

غذاء وتغذية الإنسان

غذاء وتغذية الإنسان

الأستاذة الدكتورة

إيزيس عازر نوار

قسم الاقتصاد المنزلي

كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية

2006

الطبعة الثانية

مكتبة بالاستاذ المعرفة

طباعة ونشر وتوزيع الكتب

كفر الدوار - الحدائق بجوار نقابة التطبيقيين

☎ : ٠٤٥/٢٢٢٤٢٢٨ & ٠١٢١١٥١٢٣٧

العنوان	غذاء وتغذية الإنسان
اسم المؤلف	د. إيزيس عازر نوار
رقم الإيداع	٢٠٠٥/ ١١٢٠٢
الترقيم الدولي	I.S.B.N 977-393- 028 - 9
الناشر	مكتبة بلستان المعرفة
	كلر الدوار - الحدائق - ٦٧ ش الحدائق بجوار نقابة التطبيقيين
	☎ : ٠٤٥/٢٢٢٤٢٢٨ الإسكندرية ٠١٢٣٥٣٤٨١٤ ٠١٢١١٥١٢٣٧٥

جميع حقوق الطبع محفوظة
ولا يجوز طبع أو نشر أو تصوير أو إنتاج هذا المصنف أو أى جزء منه
بأية صورة من الصور بدون تصريح كتابى مسبق.

مُتَلَمِّتَا

منذ البدء الخليفة والآلاف السنين يبحث الإنسان عن غذائه وهذا البحث عن الغذاء قد شكل تاريخ الشعوب من حيث نموها وهجرتها واستيطاتها في أماكن جديدة.. بل وأثر على الجوانب الاقتصادية والاجتماعية والسياسية لبلدان العالم.

وقد بدأ الاهتمام بالتغذية من منطلق الاهتمام بصحة الإنسان حيث أن صحة الإنسان ترتبط بالطعام ومكوناته وأسلوب وطريقة إعدادة وتناوله.. إن التغذية ومكونات الغذاء تشكل الحاجات الأساسية للإنسان إذ هي ضرورية لبقائه، وغيابها يهدده بالفناء. حيث أن الإنسان يعتمد على الغذاء في بناء جسمه وعقله.. ولهذا أصبح علم التغذية من العلوم الهامة في المؤسسات التعليمية المختلفة.

ويهتم هذا المؤلف بالغذاء والتغذية .. مكونات الغذاء ووظائفها وإحتياج الجسم منها والأضرار الناتجة عن زيادتها أو نقصها.. ولهذا لابد أن تغرس أسس التغذية السليمة بين أفراد المجتمع منذ باكورة العمر لكي يكونوا مواطنين صالحين منتجين في المجتمع.

إن الأمراض الناتجة عن سوء التغذية لا تصيب الفقير وحده بسبب ضعف إمكانياته الاقتصادية، وإنما تصيب الغنى أيضاً بسبب جهله بالأسلوب الصحي في التغذية.

وهنا يأتي دور الاقتصاد المنزلي والمتخصصين في مجال الغذاء والتغذية في حل المشاكل الغذائية بما يقوم به من أبحاث وتجارب لمقابلة

إحتياجات الإنسان الغذائية تحت كل الظروف ومن بذل الجهد دون ملل حتى ينتشر الوعي الغذائى بين جميع طبقات الشعب ليشمل كل المستويات.

كما يعمل الاقتصاد المنزلى قسارى جهده بتعديل الكثير من العادات الغذائية الخاطئة والموروثة منذ آلاف السنين.. وهذا عبء ضخم لأنه يحتاج إلى جهد ووقت طويلين فلا يمكن أن نتوقع تعديلها فى وقت قصير أو جهد محدود.

أقدم هذا المؤلف إلى المهتمين بالتغذية بصفة عامة والمتخصصين فى التغذية بصفة خاصة وإلى الطلاب والدارسين فى الكليات والمعاهد المتخصصين والمهتمين بالتغذية.

راجية لكل دارس وباحث التوفيق لما فيه خير بلادنا العربية عامة ومصر خاصة.

المؤلفة

الباب الأول

التعريف بعلم التغذية

الباب الأول

التعريف بعلم التغذية

مقدمة:

سبق أن خرج علينا مالتس Malthus (١٧٦٦ - ١٨٣٤) بنظريات عن العلاقة بين زيادة السكان وزيادة إنتاج الأرض، وأوضح ذلك بأن عدد السكان في العالم يتزايد وفق متوالية هندسية بينما يتزايد إنتاج الأرض وفق متوالية عددية، أي أن الزيادة الرهيبة في عدد السكان لا تلاحقها الزيادة في إنتاج الأرض، مما يؤدي إلى انخفاض مستوى المعيشة في العالم، بل أنه أوغل في تشاومه - حتى أنه قال أن العالم لن يجد خلال ٣٠ سنة ما يستطيع أن يعول به شعبه، وكانت نظريته هذه قبل أن تؤدي الثورة الصناعية في أوروبا ثمارها وقبل أن تنتشر في العالم انتشاراً واسعاً.

ولاشك أن عدد سكان العالم قد تضاعف منذ عام ١٩٥٠ فوصل إلى أكثر من بليون نسمة عام ١٩٧٤ ثم إلى خمسة بلايين عام ١٩٧٨ - إلا أنه قد جاء في إحدى التقارير الواردة في مجلة Economist البريطانية بتاريخ ١٩٨٧/٦/١٣ أن الحد الأعلى للنظري لقدرة الكوكب الذي نعيش على أرضه تقى باحتياجات ١٣٢ ألف بليون نسمة أي أضعاف العدد الحالي لسكان العالم.

فقد نجد أن كل من الولايات المتحدة الأمريكية والسوق الأوروبية لديها فائض هائل من المواد الغذائية يكلف تخزينه حوالى أربعة بلايين من الدولارات سنوياً، ويتراكم هذا الفائض عاماً بعد عام - بل وتتفق الولايات المتحدة الأمريكية والدول الأوروبية ما يربو على المائة بليون (مليار) دولار سنوياً كدعم مالى لقطاع الزراعة والإنتاج الحيوانى ليستمر إنتاج المزيد من الغذاء.

وعلى الجانب الآخر نجد دولاً أخرى تعاني من نقص الغذاء والمجاعات والحالة أوضح ما تكون في أفريقيا والتي تقاس من أعلى معدلات لزيادة السكان. فإن معدل الزيادة في الإنتاج الغذائي بالدول النامية بصفة عامة حوالى ٠,٣% سنوياً بينما الطلب على الغذاء ينمو معدل حوالى ٤% سنوياً والسبب في تلك الفروق الشاسعة يتركز في غياب التناسق بين توزيع البشر وقدرة المناطق التي يعيشون فيها على توفير الغذاء لهم. ولو استمر الوضع كما هو عليه في أفريقيا فإن احتياجاتها من استيراد الغذاء سيزداد ثلاث مرات لمجرد الحفاظ على مستويات الاستهلاك خلال منتصف عقد السبعينات.

وقد بدأت الولايات المتحدة الأمريكية منذ عقد الخمسينيات في مد بعض دول العالم الثالث بالمعونة الغذائية — تحت شعار "الغذاء من أجل السلام" وكان هذا ليس دافعاً من نوايا إنسانية يقدر ما كان دافعاً سياسياً. وفي منتصف الستينيات بدأ برنامج مماثل السوق الأوروبية المشتركة وللدوافع نفسها، ولقد أفادت تلك البرامج في التخلص من فائض الإنتاج الزراعى لتلك الدول.

وقد كانت للمعونة الغذائية مجموعة من الآثار السلبية بالغة الخطورة على الدول النامية منها تغيير بعض العادات الغذائية التي توصل الاعتماد على استيراد الغذاء — ومن أمثلة ذلك التحول من الاعتماد على الذرة أو الشعير أو غيرها من مصادر الكربوهيدرات إلى القمح المستورد والتوقف عن صناعة الخبز منزلياً والاعتماد على ما تقدمه مخازن مركزية من أنواع لم تكن مألوفة لا في الريف ولا في الحضر كما أدت سياسة الاعتماد على المعونة الغذائية إلى تدهور أوضاع الإنتاج الزراعى الوطنى بشكل متزايد إذ أن تقديم الغذاء مجاناً وبأسعار مخفضة لا يتيح للفلاح أن يبيع إنتاجه من الغذاء بأسعار تغطي تكلفة إنتاجه — وهكذا تصبح الدولة المتلقية للمعونة

أسيرة المعونة بمثل ما يصبح "المدمن" أسير من يزوده بما لا يستغنى عنه من مخدرات!!

ولذا يجب أن تكون المعونة فى صورة أخرى وهى "المعونة الفنية" حيث تتمشى مع المثل الصينى القائل بأنه من الأفضل أن تعلم إنساناً الصيد من أن تعطيه سمكة. ولذا فإن المعونة الفنية تتمثل فى مساعدة الدول التى تشكو من نقص الغذاء على إدارة مواردها بكفاءة، إستغلال ما يتوافر لديها من عوامل إنتاج حتى تنقلص احتياجاتها من إستيراد الغذاء بالتدريج، إلا أن المعونة الفنية لا يمكن أن تعود بالفائدة المرجوة إلا إذا أحسن المسئولين التى تتلقى المعونة استخدامها.

الحالة التغذوية فى العالم:

تشير الإحصاءات والبيانات الخاصة بالحالة التغذوية والصحية للبشر على مستوى العالم كله إلى أن هناك تقدماً واضحاً خلال العقدين الآخرين - وأهم دلالات الحالة التغذوية والصحية هما العمر المتوقع للإنسان، ومعد الوفيات بين الأطفال. ويبين جدول (١-١) مؤشرات الحالة التغذوية والصحية فى مناطق العالم المختلفة خلال الأعوام ٦٥ - ١٩٧٠ ، ٨٥ - ١٩٩٠ (منظمة الصحة العالمية، ١٩٨٥).

جدول (١-١): مؤشرات الحالة التغذوية والصحية فى مناطق العالم المختلفة

المنطقة	العمر المتوقع للإنسان		معدل وفيات الأطفال (لكل ألف)	
	١٩٧٠ - ٦٥	١٩٩٠ - ٨٥	١٩٧٠ - ٦٥	١٩٩٠ - ٨٥
أفريقيا	٤٣,٩	٥١,٣	١٥٨	١٠١
الولايات المتحدة الأمريكية	٦٧,٥	٧٢,٠	٣٩	٢٤
أمريكا اللاتينية	٥٨,٧	٦٥,٦	٩١	٥٧
آسيا	٥٣,٣	٦١,١	١١٠	٧٤
أوروبا	٧٠,٦	٧٤,٠	٣٠	١٣
الإتحاد السوفيتى	٦٩,٦	٧٢,١	٢٦	٢٢

المصدر: منظمة الصحة العالمية (١٩٨٥)

ويتضح من جدول (١-١) أنه على الرغم من أن هناك تقدماً كبيراً في الحالة التغذوية والصحية لمختلف مناطق العالم إلا أن الفرد الأوروبي أو الأمريكي يعيش أكثر من عشرين عاماً أطول من الأفريقي. وفي قارة آسيا نجد تفاوتاً كبيراً في تلك المؤشرات الدلائل إلى حوالي ٧٧ سنة بينما نجده في سيراليون ٣٠ سنة فقط. كما وأن احتمال موت الطفل الذي يولد في بلد نام فقير قبل أن يبلغ عامه الأول يفوق مثيله الذي يولد في بلد صناعي عدة أضعاف.

وقد إختارت منظمة الصحة العالمية (١٩٨٥) عمراً متوقعاً للإنسان يبلغ ٦٠ سنة ومعدل وفيات للأطفال أقل من ٥٠ وفاة لكل ألف طفل هدفاً صحياً أدنى في العالم النامي عند حلول عام ٢٠٠٠.

وعموماً فإن الجوع وسوء التغذية من الأسباب للمشاكل الصحية في الدول النامية فيقدر عدد سكان العالم من سوء التغذية أكثر من ألف مليون حالياً. في أفريقيا وحدها يوجد ما يزيد عن ١٥٠٠ مليون فرد يعانون من نقص الغذاء (منظمة الصحة العالمية ١٩٧٨)، وفي كل يوم يموت نحو ٤٠ ألف طفل نتيجة لأمراض تتصل بالجوع. كما وأن سوء التغذية يتسبب في إعتلال الصحة والضعف والوهن، كما يتسبب في ضعف مقاومة للأمراض المعدية، وخطورة أكثر للمرض إذا ما أصيب به الإنسان.

وتدل أيضاً إحصائيات منظمة الصحة العالمية (١٩٨٧) على أنه يصاب سنوياً أكثر من نصف مليون طفل بالعمى نتيجة لنقص فيتامين أ، كما أظهرت الدراسات الحديثة أيضاً أن هناك علاقة بين إستيفاء الطفل لحاجته من فيتامين أ، وخطر الموت نتيجة الإصابة بالإسهال والحصبة والأمراض الأخرى المعدية. وترتبط المشاكل الصحية في الدول النامية بالبيئة إلى حد كبير، وبالموارد الطبيعية وأساليب التنمية، فالمشاكل الصحية تبدأ بنقص

الغذاء والمياه النقية، ثم نقص الرعاية الصحية المناسبة. كما أن أهم أمراض الدول المتقدمة والتي ترجع إلى الإفراط في إستهلاك الغذاء علاوة على عوامل القلق، هي غالباً أمراض القلب والأوعية الدموية والسرطان. ويوضح جدول (٢-١) الأسباب الرئيسية للوفيات في كل من الدول المتقدمة والدول النامية والعالم كله.

جدول (٢-١): الأسباب الرئيسية للوفيات (١٩٨٠)

الأسباب	الدول المتقدمة		الدول النامية		العالم كله	
	العدد بالآلاف	%	العدد بالآلاف	%	العدد بالآلاف	%
الأمراض المعدية والطفيلية	٨١٠	٧,٦	١٦٠٢٠	٣٩,٦	١٦٨٣٠	٣٣,١
السرطان	٢٠٥٠	١٩,٢	٢٢٠٠	٥,٥	٤٢٥٠	٨,٤
أمراض القلب والأوعية	٥٧١٠	٥٣,٥	٧٦٢٠	١٩,٠	١٣٣٣٠	٢٦,٢
أمراض تعلق بالحمل والوضع	١٧٠	١,٦	٣٠٨٠	٧,٧	٣٢٥٠	٦,٤
التسمم	٦٩٠	٦,٥	١٩٨٠	٤,٩	٢٦٧٠	٥,٣
أسباب أخرى غير محددة	١٢٤٠	١١,٦	٩٢٤٠	٢٣,٠	١٠٤٨٠	٢٠,٦
جميع الأسباب	١٠٦٧٠	١٠٠	٤٠١٤٠	١٠٠	٥٠٨١٠	٦٠٠

المصدر: منظمة الصحة العالمية (١٩٨٥).

ويمكن أن نتبين من جدول (٢-١) أهم أمراض الفقر، أمراض الثراء ومنها يتضح أن - أمراض القلب والأوعية الدموية تحتل المركز الأول في أمراض الثراء وتحتل الأمراض السرطانية المركز الثاني في أسباب الوفاة ولكن الوفيات الناتجة عنه تكاد تصل إلى ثلث الناتجة عن أمراض الجهاز الدورى والقلب، وهذه الأمراض صارت تحتل المركز الثاني في أسباب الوفيات في الدول النامية بعد الأمراض المعدية والطفيلية.

الحالة التغذوية فى مصر:

تتركز مشكلات التغذية التى تؤدى إلى نفشى أمراض التغذية فى الكم والكيف. فنقص الكمية عن الحد المطلوب يؤدى إلى أمراض نقص التغذية، أما سوء نوعية يؤدى إلى عدم إستيفاء الغذاء للعناصر الضرورية بالقدر اللازم للجسم. ومكن حصر أهم أسباب هذه المشكلات فى الفقر والجهل ونفشى الأمراض المستوطنة بين سكان الريف.

وهناك أسباب أخرى لا تقل أهمية عن السابقة تتمثل فى العادات الغذائية والتقاليد الاجتماعية الضارة التى ليس من اليسير تغييرها إلا على مدى سنوات طويلة. فالعادات الغذائية تكونت وتأصلت فى الفرد منذ نعومة أظافره، ويحتاج تغييرها النوعية للفقراء، بل يجب أن توجه أيضاً إلى القادرين، فالجهل التغذوى قد يتفشى بين الفقراء والقادرين وبين الجهلة والمتعلمين على السواء.

وبالتوعية ونشر الثقافة التغذوية الصحية يمكن إرشاد الأفراد إلى كيفية تكوين وجبات متوازنة والتعريف بالبدائل الغذائية وطرق الطهى السليمة.. وغيرها وهذه إحدى الوظائف الهامة للإرشاد الإقتصادى المنزلى.

ويعتبر موضوع الغذاء والتغذية وكذلك الإرشاد التغذوى من الموضوعات التى تجذب الناس كثيراً وتلقى إقبالاً كبيراً من أهل الريف محدودى الدخل لصلتها بالحياة اليومية وصحة الأفراد فيها.

ويجب على القائمين بالتوعية التغذوية ضرورة مراعاة المصارحة بالحقائق وأن يكون المسئولون قدوة حسنة للآخرين، كما يجب إحترام العادات المتوازنة والتى تكون جزءاً من التراث كالعادات التغذوية المختلفة المتبعة فى المناسبات الدينية. وغيرها، فلا يجب على أجهزة الإعلام أن تناقش تلك العادات بشئ من السخرية والنيل منها ومقاومتها لأن ذلك ينتج

عنه تفاعل عكسى من قبل جمهور المسترشدين، بل يجب توعية المواطنين بأن يتعاملوا مع هذه العادات بالقدر الذى لا يتنافى مع الصحة والإمكانات المتاحة لكل من الأسرة والدولة.

متوسط نصيب الفرد من الأغذية:

يمكن القول أن الإنسان المصرى لا يعاني مشكلة نقص فى الغذاء بقدر ما هو يعاني مشكلة سوء التغذية والبيانات المتوافرة تمثل عادة المتوسط العام لنصيب الفرد، وهذا يعنى وجود فئات فى المجتمع دون هذا المتوسط. ويوضح جدول (١-٣) متوسط نصيب الفرد اليومى من الأغذية المختلفة خلال سنوات ١٩٥٢، ١٩٧٠، ١٩٨٠، ١٩٨١ ومقارنتها بالكميات الموصى بها من قبل منظمات الأغذية العالمية (١٩٨١). ويلاحظ من بيانات الجدول أن متوسط نصيب الفرد اليومى من مجموع الأغذية عام ١٩٨١ يمثل ٦٣% فقط من الكميات الموصى بها (RDA). وأنه بالنسبة للأغذية النباتية بصفة عامة فإن متوسط الفرد بها يصل إلى ٨٠% ويمثل متوسط الفرد اليومى من الأغذية الحيوانية حوالى ٢٠% فقط.

فغذاء المواطن المصرى يتميز بزيادة نصيبه من الحبوب على حساب إستهلاك الأغذية الأخرى - متوسط نصيب الفرد من القمح والدقيق أعلى من ٢٠٠ كيلو جرام، وهو ما يزيد على نصيب المواطن فى الدول الغنية والذي لا يتجاوز ٥٠ كجم وبعبارة أوضح فإن الفرد فى مصر يستهلك ثلاثة أمثال ما يستهلكه الأوروبى من الخبز وخمسة أمثال نصيب الأمريكى. ويرجع ذلك لعادات غذائية علاوة على أنه أرخص الأغذية المتاحة حيث تدعمه الحكومة بما يعادل ٨٠٠ مليون جنيه مصرى (١٩٨٦). كما وأنه يعتبر مادة مألوفة تشبع الفرد بالشبع، فهو الغذاء الأساسى لعامة الشعب وخاصة لنوى الدخول الدنيا. وفى حقيقة الأمر فمن الإنصاف القول بأن جزءاً كبيراً من الدقيق يستهلك كأعلاف للحيوانات والطيور.

جدول (٣-١): متوسط نصيب الفرد المصري اليومي بالجرام من الأغذية
(خلال سنوات ١٩٥٢، ٧٠، ٨٠، ١٩٨١).

الغذاء	١٩٥٢	١٩٧٠	١٩٨٠	١٩٨١	RDA	من RDA
جملة الغذاء	٩٣٣	١٣١٢	١٥٧١	١٦٥٤	٢٦١٨	٦٣
الأغذية النباتية	٧٦٦	١١٤٣	١٣١٨	١٣٩٤	١٣٩٩	١٠٠
الأغذية الحيوانية	١٦٧	١٦٩	٢٥٣	٢٦٠	١٢١٩	٢١
القمح	٤٦٤	٦١٩	٦٦٨	٧٥١	٢٧٨	٢٧٠
الأرز والبطاطس	٢١	٣٥	٥٣	٥٧	٢٣١	٢٥،٢٥
البقوليات	٢٩	٣٠	٢١	٢٣	١٨	١٢٨
الخضروات	١٠٠	٢٤٥	٣١٦	٢٨٧	٣٥٢	٥٢
الفواكه	١٠٠	١٤٠	١٥٧	١٦٧	٣٥٠	٤٨
السكر	٤٤	٥١	٧٤	٨٠	٨٥	٩٤
الزيوت	٨	٢٣	٢٩	٢٩	٨٥	٣٤
اللحوم الحمراء	١٧	١٧	٢١	٢٣	١١٤	٢٠
الدواجن	٨	٨	١٣	١٥	٥٨	٢٦
الأسماك	٦	٦	١٢	١٣	٢٤	٥٤
البيض	٢	٤	٥	٥	٦٠	٨
الألبان ومنتجاتها	١٣٤	١٣٤	٢٠٢	٢٠٤	٩٦٣	٢١

المصدر: محسوبة من بيانات وزارة الزراعة والجهاز المركزي

للتعبئة العامة والإحصاء بمصر ومأخوذة من مؤتمر أزمة الغذاء في إفريقيا
— لندن — ١٩٧٨.

ومن ناحية أخرى فإن الاستهلاك فى مصر من الأغذية الكربوهيدراتية الأخرى وهى البطاطس والأرز ٢٥% من الكميات الموصى بها ويرجع ذلك أيضاً إلى عادات غذائية كما أن البطاطس تستهلك كنوع من الخضروات.

أما البقوليات وخاصة الفول الذى يشكل مع الخبز الوجبة الأساسية للمواطن المصرى نجد أن نصيب الفرد منها أعلى من تلك الكميات الموصى بها. كما أن استهلاك الفرد فى مصر من الخضر يزيد استهلاكه عن الفاكهة المرتفعة الأسعار، وأن من العادات الغذائية شرب الشاي بعد تناول وجبة الغذاء أو العشاء بدلاً من الفاكهة مرتفعة السعر، وذلك ساعد على زيادة استهلاك السكر، فيتضح إرتفاع استهلاك الفرد من السكر فهو حوالى ٣٠ كيلو جرام فى السنة وهو ما يزيد على استهلاك الفرد فى كل الدول باستثناء الولايات المتحدة الأمريكية التى يستهلك فيها المواطن ضعف ما يستهلكه المواطن المصرى.

ويرجع إرتفاع استهلاك السكر إلى التوسع فى صناعة المياه الغازية والتى يصل إنتاجها فى العام الواحد إلى أكثر من ١٢ مليون صندوق (١٩٨٩)، مع التوسع فى إنتاج العصائر والمربات وظهور العديد من مصانع الحلوى. ومن جدول (١-٣) يلاحظ الانخفاض الكبير فى نصيب الفرد من الزيوت والأغذية الحيوانية بصفة عامة - ويرجع ذلك إلى قلة الناتج من هذه الأغذية وبالتالي إرتفاع أسعارها وعدم مقدرة الغالبية العظمى من المواطنين على الحصول عليها.

متوسط نصيب الفرد من العناصر الغذائية:

الطاقة: تدل الإحصائيات المختلفة المصرية والعالمية، على أن هناك زيادة مستمرة في نصيب الفرد من الطاقة منذ ثورة ١٩٥٢ وكانت الزيادة أعلى ما يمكن خلال أعوام ٧٣ - ١٩٧٦ حيث وصلت إلى حوالى ١٥٠% من الكميات الموصى (RDA) ويرجع ذلك إلى إرتفاع الدخل خلال هذه الفترة نتيجة للإنتعاش الاقتصادى للبلاد. وبطبيعة الحال فيجب ألا يقل أو يزيد نصيب الفرد من الطاقة عن أكثر من ١٥% من الكميات الموصى بها وإلا أدى ذلك إلى أضرار صحية كثيرة.

ويعتمد الفرد بدرجة كبيرة فى سد إحتياجاته من الطاقة على الأغذية النباتية (جدول ١-٤)، فالحبوب وحدها تمدّه بحوالى ٧١% من الطاقة، وتصل هذه النسبة إلى ٥٥% فقط فى معظم الدول المتقدمة وحوالى ٧٧% فى الدول النامية. أما نصيبه من الطاقة حيوانية المصدر فتتمثل ٦,٥% من الطاقة الكلية والتي تبلغ أكثر من ٣٥% فى الولايات المتحدة الأمريكية.

البروتين: المتوسط اليومي لنصيب الفرد من البروتين فى مصر عالى نسبياً ويصل لحوالى ١٠٦ جم (جدول ١-٤)، معظمها من الحبوب والبقول، ومنها حوالى ١٥ جرام فقط من مصادر غذائية حيوانية أى نسبة بنسبة ١٤% من البروتين الكلى. وبالمقارنة بغذاء الفرد فى الولايات المتحدة الأمريكية نجد أن البروتين الحيوانى يمثل أكثر من ٤٠% من البروتين الكلى.

الدهون: المتوسط اليومي لنصيب الفرد من الدهون حوالى ٦٤ جرام (جدول ١-٤) ٧٥% منها نباتية المصدر، ٢٥% حيوانية المصدر وهذه الكمية تمثل حوالى ١٥% من الطاقة الكلية وهى تتساوى أو تقل قليلاً عن معظم الدول النامية والنسبة الموصى بها تتراوح ما بين ٢٥ - ٣٠%.

الكربوهيدرات: تمثل الكربوهيدرات أكثر من ٧٠% من مصادر الطاقة الكلية - وهي أعلى كثيراً عن الكميات الموصى بها والتي تتراوح بين ٥٠ - ٦٠% فقط. يمكن أن نستخلص مما سبق أن متوسط الفرد غير متوازن ويجب تقليل الطاقة والحبوب والتي نستورد معظمها.

جدول (٤-١): متوسط الفرد اليومي من الطاقة والبروتين والدهون والكربوهيدرات ومصادرها الغذائية عام ١٩٨١

الغذاء	الطاقة سعر		بروتين		دهون		كربوهيدرات	
	حرارى	%	جم	%	جم	%	جم	%
اغذية نباتية	٣٥٢٥	٩٣,٥	٩١,١	٨٥,٩	٤٧,٩	٧٤,٨	٦٨٣,٠	٩٨,٦
حبوب	٢٦٧٠	٧٠,٨	٧٨,٠	٧٣,٦	١٦,٠	٢٥,٠	٥٥٤,٠	٧٩,٩
لوز وبطلس	٥١	١,٤	١,٢	١,١	-	-	١١,٦	١,٧
بقوليات	٨٦	٢,٣	٥,٠	٤,٧	٢,١	٣,٣	١١,٨	١,٧
خضروات	٨٢	٢,٢	٥,٠	٤,٧	٠,٦	٠,٩	١٤,٢	٢,٠
فلاكهة	١٠١	٢,٧	١,٧	١,٦	١,٢	١,٩	٢٠,٩	٣,٠
سكر	٢٨٣	٧,٥	٠,٢	٠,٢	-	-	٧٠,٥	١٠,٢
زيوت	٢٥٢	٦,٧	-	-	٢٨,٠	٤٣,٧	-	-
اغذية حيوانية	٢٤٧	٦,٥	١٤,٩	١٤,١	١٦,١	٢٥,٢	١٠,٠	١,٤
لحوم	٤٥	١,٢	٤,٠	٣,٨	٢,٩	٤,٥	٠,٥	٠,١
دولجن	١٩	٠,٥	١,٨	١,٧	١,٣	٢,٠	-	-
اسماك	١٠	٠,٣	١,٠	٠,٩	٠,٦	٠,٩	-	-
بيض	٨	٠,٢	٠,٦	٠,٥	٠,٥	٠,٨	-	-
كبان ومنتجاتها	١٦٥	٤,٤	٧,٥	٧,٢	١٠,٨	١٦,٩	٩,٥	١,٤
الإجمالي	٣٧٧٢	١٠٠,٢	١٠٦	١٠٠,٠	٦٤,٠	١٠٠,٠	٦٩٣,٥	١٠٠

المصدر s. Nour (1987)

مصطلحات عامة على التغذية:

التغذية Nutrition

هي مجموعة العمليات التي يحصل بها الجسم على المواد اللازمة لنشاطه ونموه وتجديد خلاياه. وتهتم التغذية بمصادر العناصر الغذائية وأثر المعاملات المختلفة عليها. وبجانب إهتمامها بالجوانب الفسيولوجية للإنسان

فإنها تهتم بالعوامل الاجتماعية والاقتصادية والثقافية المتعلقة بإنتاج الغذاء واستهلاكه.

علم التغذية Science of Nutrition

يختص علم التغذية بدراسة العناصر الغذائية Nutrients اللازمة للفرد من كربوهيدرات ودهون وبروتين وفيتامينات وأملاح معدنية وماء وما يحتاجه الجسم منها حسب العمر والجنس والظروف الجوية والحالة الاقتصادية وطبيعة العمل والحالة الصحية. كما يهتم هذا العلم بدراسة مسار هذه العناصر الغذائية داخل الجسم والدور الذي يؤديه ومدى الاستفادة منها والأضرار الناتجة عن نقصها أو زيادتها عن حاجة الجسم.

العناصر الغذائية Nutrients

هي المواد أو المكونات الكيميائية التي يتكون منها الغذاء وتشمل الكربوهيدرات والدهون والبروتينات والفيتامينات والمعادن والماء وتعمل هذه المكونات على إمداد الجسم بالطاقة (مثل الكربوهيدرات والدهون والبروتينات) وعلى بناء وتجديد وتعويض الأنسجة (البروتينات والمعادن والماء) كما تنظم العمليات الحيوية بالجسم (الفيتامينات والمعادن والماء).

الصحة Health

الصحة هي إكمال الحالة الجسمية والعقلية والعاطفية وليست غياب المرض أو العلاج. والصحة والتغذية يكملان بعضهما حيث تؤثر كل منهما في الأخرى وليس مترادفين.

المقررات الغذائية Nutritional Requirements

المقررات الغذائية هي الكميات اللازم تناولها يومياً من كل عنصر من العناصر الغذائية حسب إحتياج الجسم حتى لا يصاب بأمراض سوء التغذية. وهي تزيد قليلاً عن الإحتياج الفعلي للعناصر الغذائية حتى يمكن

للجسم تخزين جزء منها فى الأنسجة المختلفة ليستفيد منها إذا تعرض الإنسان لحالات نقص تغذية، أو ضغوط مختلفة.

الكميات اليومية الموصى بتناولها Recommended Daily Allowances

هى الكميات الموصى بتناولها يومياً تفوق ما يلزم الجسم يومياً، وهى تغطى كل الفروق الفردية فى الاحتياجات لأفراد الشعب حسب فئاته. وهذا متبع فى الدول المتقدمة (جدول الكميات الموصى بها ملحق ١).

التغذية السليمة Proper Nutrition

هى تناول الفرد أغذية تحتوى على كميات تكفى احتياجات جسمه من العناصر الغذائية المختلفة ومن مصادر غذائية متنوعة. ومن علامات التغذية السليمة هى أن يكون وزن الفرد مناسباً لسنه وجنسه وهيكـل جسمه وبنيانه وأن يتمتع بالحياة والنشاط كما يتمتع بقوة العضلات والكفاءة فى أداء العمل ومقاومة جسمه للأمراض.

التمثيل الغذائى Metabolism

هى العمليات التى تحدث داخل الجسم نتيجة التغذية وتؤدى إلى حدوث تغيرات كيميائية لانطلاق الطاقة والاستفادة بالغذاء ويشمل الميتابوليزم عمليتى البناء والهدم. والعمليتان متلازمتان طول حياة الفرد ولكن تختلف فى السرعة والكمية ففى مرحلة الطفولة تكون عمليات البناء أسرع من عمليات الهدم، وتتساوى العمليتان أثناء مرحلة البلوغ ولكن تبطئ عمليات البناء عن عمليات الهدم أثناء الشيخوخة.

البناء Anabolism

هى بناء المركبات الغنية فى الطاقة الحرارية من المركبات الفقيرة فى الطاقة الحرارية مثل مركبات ATP.

الهدم Catabolism

وهى العملية التى يتم من خلالها تحويل المركبات الغنية فى الطاقة الحرارية إلى مركبات أبسط منها فقيرة فى الطاقة وتنتج عن ذلك انطلاق الطاقة.

الحالة التغذوية Nutritional Status

الحالة التغذوية هى حالة الجسم الناتجة من العمليات الحيوية التى تحدث فى الجسم نتيجة تناول الغذاء ويمكن تقدير الحالة التغذوية بوحدة أو أكثر من الطرق الآتية:

- ١- دراسة المقاييس الجسمية وتشمل الوزن والطول ومحيط الذراع ومحيط الصدر محيط الرأس للأطفال.
- ٢- الاختبارات البيوكيماوية لبعض سوائل الجسم مثل قياس تركيز العناصر الغذائية أو أحد نواتجها الميتابوليزمية فى الدم والبول.
- ٣- الفحوص الطبية.
- ٤- المسوح الغذائية

سوء التغذية Malnutrition

تنتج حالات سوء التغذية نتيجة نقص الغذاء الذى يتناوله الإنسان وعدم كفايته كماً أو نوعاً مما يؤدي لظهور أعراض معينة تعرف بأمراض نقص التغذية Under nutrition مثل النحافة، الانيميا أو تنتج من زيادة الغذاء عن حاجة الجسم مما يؤدي لظهور أعراض مرضية تعرف بأمراض زيادة التغذية Over – nutrition مثل البدانة.

المجاميع الغذائية Food Groups

هى مجموعة الأغذية المتشابهة لحد ما فى محتواها من العناصر الغذائية ويسترشد بها عند اختبار وتصميم الوجبات.

آثار سوء التغذية:

- يؤدى نقص وسوء التغذية إلى الظواهر التالية:
- ١- الخمول وقلة النشاط فتقل قدرة الإنسان على العمل والقيام بواجباته.
 - ٢- ارتفاع نسبة وفيات المواليد والأطفال والحوامل والمرضعات.
 - ٣- انخفاض متوسط العمر المتوقع للأفراد.
 - ٤- انخفاض المناعة وارتفاع نسبة الإصابة بالأمراض المعدية.
 - ٥- تغيير البناء الطبيعي للجسم فيقل الطول وينخفض الوزن عن المعدلات الطبيعية.
 - ٦- عدم قدرة بعض أعضاء الجسم على أداء وظائفها بصورة طبيعية.
 - ٧- ظهور أعراض معينة نتيجة نقص المتناول من العناصر الغذائية.
- ويوضح جدول (١-٥) مقارنة بين مؤشرات التغذية السليمة وسوء التغذية.

التربغ الغذائى والتغذوى Surveillance

ويعرف بالرصد والمراقبة، وهو نظام تجميع بيانات بصفة دورية وتحليلها للتعرف على مؤشرات الحالة التغذوية الحالية والمستقبلية لمجتمع ما وتشمل هذه البيانات معلومات إيكولوجية خاصة بالتركيب السكانى، والإنتاج الزراعى، الدخل والإستهلاك وتجمع هذه البيانات من الجهات الرسمية وتستخدم هذه البيانات لعمل دراسات تابعة وتصميم البرامج اللازمة وإقتراح العلاج.

المسح Survey

يستخدم المسح عند دراسة وتقييم الحالة التغذوية لفئة أو جماعة من الأفراد مع دراسة العوامل والأنشطة المرتبطة والمسببة فى تلك الحالة التغذوية فى تحديد مستويات الحالة التغذوية مما يمكن العلاج.

جدول (١-٥) مقارنة بين التغذية السليمة وسوء التغذية.

التغذية السليمة	سوء التغذية
١- الوزن طبيعى بالنسبة لطول الجسم وشكل البنية والعمر.	١- زيادة أو نقص فى الوزن، نمو بطئ، فقد مفاجئ فى الوزن.
٢- وقفة أو جلسة منتصبة، الأطراف مستقيمة، البطن مشدود للداخل، الصدر المرتفع.	٢- وقفة أو جلسة مرتخية، عظام الصدر بارزة، الأكتاف متهدلة، البطن بارز.
٣- عضلات صلبة قوية مغطاة بطبقة من الدهن.	٣- عضلات ضعيفة مرتخية تقتقر إلى طبقة من الدهن أو مغطاة بطبقة زائدة من الدهن.
٤- بشرة مشدودة، صافية اللون، أغشية مخاطية سليمة ورديّة اللون.	٤- بشرة مرتخية، شاحبة اللون.
٥- الفك جيد التكوين والأسنان منتظمة.	٥- الفك ضعيف التكوين والأسنان غير منتظمة.
٦- شعر ناعم مصقول.	٦- شعر جاف مقصف غير لامع.
٧- عيون صافية لها بريق، لانتثار سريعاً بالضوء.	٧- عيون خابية، شديدة الحساسية للضوء، ملتفة، محمرة، هالات وإحمرار تحت العينين.
٨- شهية وهضم جيد.	٨- شهية ضعيفة، شكوى من سوء الهضم.
٩- نشاط وفير وقوة تحمل كبيرة.	٩- فتور، سرعة التعب، قوة احتمال ضعيفة.
١٠- مناعة ومقاومة الأمراض.	١٠- كثرة التعرض للعدوى، طول مدة النقاهة من المرض.
١١- القدرة على التركيز طويلاً.	١١- عدم القدرة على الانتباه فترة طويلة.
١٢- التعاون، المشاركة الإيجابية، المرح، الاهتمام بالعمل.	١٢- حدة الطبع — القلق — الاكتئاب — الخمول.

المصدر: نرجس حبيب سابا (١٩٨٥) الطبى علم وفن — دار المعارف — القاهرة

علم الأغذية: هو العلم الذى يختص بدراسة مصادر العناصر الغذائية واختيار الأغذية ومجاميع الأغذية وأثر المعاملات المختلفة التى تجرى للأغذية بدءاً بالمعاملات الزراعية المتعددة ومعاملات الإعداد والطهى والتبريد والتجفيف والحفظ والتخزين والتسويق على القيمة الغذائية وجودة

للغذاء وكذلك سلامة الغذاء وصحته وأسباب تلوث الغذاء وطرق اكتشاف تلوثه وقياسه وتلافى ذلك.

الأطعمة Foods: هي كل الأغذية الصالحة لتناول الإنسان بعد إعدادها في صورة مناسبة لتناولها مثل الخبز واللحوم المطهية وغيرها من الأطباق المختلفة.

القيمة الغذائية Nutritive Value : القيمة الغذائية للغذاء (سواء قبل أو بعد الإعداد) هي مقدار ما يحتويه الغذاء من العناصر الغذائية المختلفة (ملحق ٢) ويمكن تقدير العناصر الغذائية معملياً بتحليل الغذاء بواسطة الطرق الكيميائية المختلفة أو حيويًا باستخدام حيوانات التجارب أو ميكروبيولوجيا باستخدام الكائنات الدقيقة. وبمعرفة القيمة الغذائية يمكن حساب ما تتناوله الفرد من العناصر الغذائية وهذا هو ما يعبر عنه بالمستوى الغذائي للعنصر .Level of nutrient intake

الكثافة السعيرية للغذاء Caloric Density of foods
تعرف الكثافة السعيرية للغذاء بأنها القيمة الحرارية للغذاء مقاسه بالكالورى/جم غذاء وتتأثر الكثافة السعيرية بنسبة المواد الهيدروكربونية أو بنسبة الماء فى الغذاء أو كليهما. فكلما زادت المواد الهيدروكربونية أو قلت نسبة الماء كلما زادت الكثافة السعيرية.

كثافة العنصر الغذائى Nutrient density: الكثافة الغذائية هي كمية العنصر الغذائى الموجود فى كمية من الغذاء يتولد عنها ١٠٠٠ كالورى.

السعرات الجوفاء Empty Calories: وهي السعرات المتولدة من حرق غذاء يحتوى على كربوهيدرات فقط مثل السكر. أما السعرات غير الجوفاء التى تنتج من حرق غذاء يحتوى على عناصر أخرى مع الكربوهيدرات مثل

الخبز — فعند احتراقه داخل الجسم يتكون عنه طاقة مع بروتينات وفيتامينات ومعادن والتي يحتوى عليها الخبز.

الفجوة الغذائية Food gap: هى الفرق بين حجم الطلب على الأغذية والموارد المتاحة من المصادر الغذائية المحلية.

الأمن الغذائى Food Security: أن يكون متاحاً لجميع السكان فى كل الأوقات، الحصول على الأغذية التى يحتاجونها وبالسعر المناسب لهو وذات قيمة غذائية تسد حاجة الجسم.

الإكتفاء الغذائى Food Sufficiency: مدى كفاية الإنتاج المحلى للمطلوب من السلع — أى مدى مقابلة الطلب من الإنتاج المحلى للسلع الغذائية المختلفة.

وظائف الغذاء Function of foods

الوظائف الفسيولوجية Physiological Functions

- ١- الغذاء يمد الجسم بما يحتاجه من عناصر غذائية لتوليد الطاقة اللازمة لأداء الوظائف الحيوية بالجسم. وهذا الإحتياج يجب أن يوفر للجسم قبل أى احتياج آخر. وتعتبر الكربوهيدرات مصدراً اقتصادياً للطاقة يليها الدهون ثم البروتين.
- ٢- يمد الجسم بالمواد اللازمة لبناء الجسم وصيانته مثل البروتين والماء والأملاح المعدنية.
- ٣- يمد الجسم بما يلزمه من مواد لتنظيم العمليات الحيوية وصيانة الجسم ويدخل فى هذه المجموعة الفيتامينات والأملاح المعدنية والماء والأحماض الدهنية الأساسية والبروتين.

الوظائف الاجتماعية Social Function

تعتبر حفلات الغذاء أو العشاء التي تقام للأفراد والجماعات من وسائل توطيد العلاقات الاجتماعية وزيادة الصداقة بين الناس، ووسائل التعارف بين الناس والشعوب وتقام الحفلات للزوار من السياسيين أو رجال الأعمال حيث يقومون بزيارة بلاد أجنبية وينهون أعمالهم كما تقام حفلات الشاي أو العشاء في الكليات أو المعاهد كوسيلة للتعارف بين أسرة الكلية أو المعهد وزيادة الترابط.

الوظائف النفسية Psychological Functions

يعتبر الغذاء أحد إن لم يكن أهم مسببات السعادة للإنسان فالإنسان يشعر بلذة أثناء تناوله العام خصوصاً إذا كان شهياً. إن الغذاء يلبي حاجات الإنسان البيولوجية. فهو مهم للحياة، كما أن الشعب يشعر الإنسان بالأمان وكما هو معروف أن عدم التغذية الحادة تؤدي بالإنسان إلى التوتر.

إن الإنسان الشبعان يكون قادراً على الحركة والنشاط وأداء أعماله البيولوجية وهذا يؤدي إلى استقرار حالته المزاجية وشعوره بالسعادة أما الجوع يؤدي إلى الشعور بالبؤس والخمول وعدم القدرة على الحركة وأداء متطلباته وأعماله فيشعر بالإحباط. ويتصف الإنسان الجائع بالعصبية والقلق والتوتر بالإضافة إلى ذلك فإن الغذاء له دور مهم للإنسان في غربته فعندما يكون الفرد في بلد أجنبي ويتناول طعاماً تعود عليه في وطنه فإنه يشعر بالراحة النفسية إلى جانب الفائدة الجسمية. كما أن الفرد الموجود في أي بلد أجنبي فإنه يشعر في بادئ الأمر بمعاناة نفسية ولكن تزول هذه الحالة بعد أن يتلائم مع العادات الغذائية السائدة.

تركيب جسم الإنسان Composition of Human Body

يتركب جسم الإنسان من العناصر الغذائية التي يتناولها الفرد وتشمل مواد عضوية وهذه تمثل ٩٥-٩٦% من وزن الجسم والباقي مواد معنية وتدخل هذه العناصر الغذائية في تكوين مركبات جسم الإنسان (جدول ٦-١).

وبتقدم العمر تقل نسبة الماء وتزيد باقي العناصر الغذائية ويحتاج جسم الإنسان الكربوهيدرات والليبيدات، البروتينات، الفيتامينات والملاح المعدنية والماء. وتعتبر الكربوهيدرات والليبيدات والبروتينات هي العناصر الغذائية المولدة للطاقة.

جدول (٦-١) تركيب جسم الإنسان من العناصر الغذائية

العنصر	%
ماء	٦٥-٥٥
بروتين	١٧-١٥
دهن	٢٠-١٣
رماد	٥,٥ - ٣,٥
كربوهيدرات	١,٥ - ٠,٧

الباب الثانى

العناصر الغذائية

المولدة للطاقة

الباب الثانى

العناصر الغذائية المولدة للطاقة

تتكون الأغذية من مركبات عضوية وغير عضوية، تشمل الكربوهيدرات (النشويات والسكريات) والبروتينات والدهنيات والفيتامينات والأملاح المعدنية والماء. وتعتبر الكربوهيدرات والليبيدات والبروتينات هي العناصر الغذائية المولدة للطاقة.

أولاً: الكربوهيدرات Carbohydrates

تتواجد المواد الكربوهيدراتية فى الأنسجة النباتية والحيوانية، وتتكون الكربوهيدرات من عناصر الكربون والهيدروجين والأكسجين وتكون نسبة الهيدروجين إلى الأكسجين كنسبتها فى الماء ٢ : ١ ويوجد مع كل ذرة كربون جزئ ماء واحد. وتعتبر الكربوهيدرات هي المصدر الرئيسى لتغذية الإنسان، من حيث الطاقة إذ تبلغ حوالى ٧٥% من وزن غذائه، فمن خلال النبات يمكن للإنسان أن يحصل على احتياجه من الكربوهيدرات، فيتواجد عدد كبير متباين من السكريات الأحادية وسكريات الأوليجو فى النباتات، حيث انه يمكن للنبات تكوين الكربوهيدرات أثناء عملية المثل الضوئى Photosynthesis وهى سلسلة من التفاعلات الكيميائية التى تتطلب وجود الكلورفيل النباتى والطاقة من الشمس لتكوين الكربوهيدرات من ثانى أكسيد الكربون الجوى والماء الأرضى.

تقسيم الكربوهيدرات:

تتقسم المواد الكربوهيدراتية إلى الأقسام التالية:

- السكريات الأحادية Monosaccharides وتشمل:

(١) البنتوزات Pentoses: ويتكون الجزئ من خمسة ذرات كربون مثل الأرابينوز (الذى يكثر وجوده فى الخضروات) وسكر الرايبوز (الذى

يدخل فى تركيب الحامض النووى (RNA) وسكر الدايبوكس رايبوز (الذى يدخل فى تركيب الحامض النووى DNA) كما يدخل فى تركيب المرافقات الإنزيمية NAD، NADP وأيضاً فى تركيب ATP ويتحول سكر الريبوز إلى كحول الريبيتول الذى يدخل فى تركيب فيتامين الريبوفلافين. وسكر الرايبولوز الذى يعتبر مركباً وسطياً فى أكسدة الجلوكوز وسكر الزايلوز الذى يوجد فى الأخشاب والدرنات والجنور.

(٢) الهكسوزات Hexoses ويتكون الجزئ من ستة ذرات كربون وتعتبر الهكسوزات هى أكثر السكريات الأحادية وجوداً فى غذاء الإنسان ومنها: الأدهيدية Aldohexoses والكتيونية Keto-hexoses.

أ- الألدوهكسوزات: (شكل ٢-١) مثل:

الجلوكوز: وهو سكر متوسط الحلاوة ويكثر وجوده فى الفواكه وعسل النحل وعصير قصب السكر وهو من أهم الكربوهيدرات الذائبة فى تغذية الخلايا حيث ان الجلوكوز أهمية خاصة فى التغذية كما يلى:

١- يعتبر الجلوكوز الناتج النهائى لهضم الكربوهيدرات وفى أثناء عملية التمثيل الغذائى فى الإنسان، حيث تتحول كل انواع السكر فى الجسم إلى جلوكوز، وهو الصورة التى تدخل بها الكربوهيدرات سوائى الجسم.

٢- تعتمد كل الأنسجة العصبية والمخ وعدسة العين على الجلوكوز كمصدر للطاقة.

يوجد الجلوكوز فى دم الإنسان، حيث يمثل مصدر سريع للطاقة، مستوى الجلوكوز الطبيعى فى دم الإنسان من ٧٠ - ١٠٠ مجم / ١٠٠ مل دم ويرتفع هذا الرقم إلى ١٢٠ - ١٣٠ + مجم / ١٠٠ مل دم بعد تناول أى مصدر من الكربوهيدرات فى الغذاء ولكن يعود مستوى السكر إلى المستوى الطبيعى بعد ساعتين من تناول الوجبة، حيث أن الجسم له القدرة على تنظيم هذا المستوى من الجلوكوز فى الدم.

الجالاكتوز:-

لا يوجد سكر الجالاكتوز في الأطعمة بصورة منفردة ولكنه ينتج أثناء هضم سكر اللاكتوز في الجسم وبعد ذلك يتحول إلى جلوكوز لتوليد الطاقة، لأنه يعتبر مكوناً أساسياً في سكر اللبن.

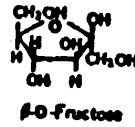
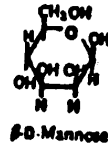
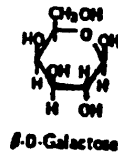
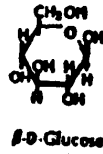
المانوز:

لا يوجد بكميات كبير في الطبيعة على حالة حرة، ويدخل في تكوين بعض السكريات العديدة التي توجد في قشرة بذور البنق واللوز في نواة البلح. كما أمكن فصله من البرنقال والزيتون والمولاس. ولا يعتبر المانوز مصدر الطاقة لجسم الإنسان لكنه يدخل في تكوين بعض ميوكيدات mucoids سيرم الدم والجليكوليبيدات Glycolipids والجليكوبروتينات مثل Glycoproteins.

ب- الكيتوهكسوزات: مثل

الفركتوز:

يعتبر الفركتوز أهم السكريات الكيتونية، كما يسمى بسكر الفواكه ويوجد في صورة حرة في الفواكه وعسل النحل ورحيق الأزهار، ويتميز سكر الفركتوز بأنه أكثر السكريات حلاوة، كما يمكن للجسم أن يحوله إلى جلوكوز لتوليد الطاقة.



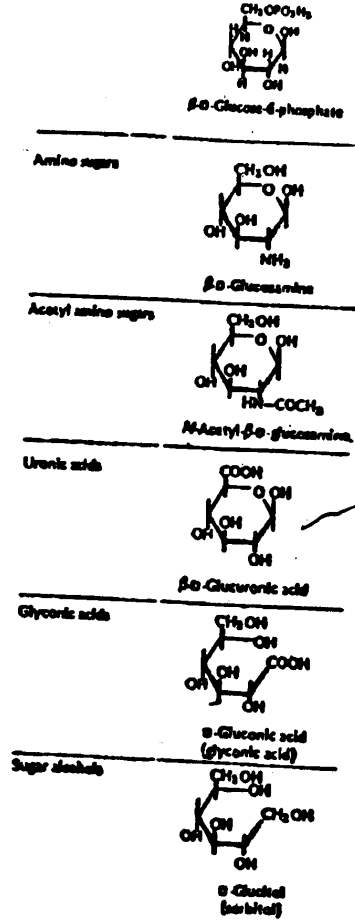
شكل (١-٢) السكريات السداسية

مشتقات السكريات الأحادية

تدخل مشتقات السكريات الأحادية فى تكوين العديد من المركبات والإفرازات داخل الخلية توجد مشتقات عدة للسكريات الأحادية:

- السكريات المفسفرة Phosphorylated Sugars وهى الصورة النشطة للسكريات مثل جلوكوز -٦- فوسفات وهو مركب مهم فى ميثابوليزم الكربوهيدرات.
- السكريات الأمينية Amino Sugars وهى سكريات دعامية وفيها تحل مجموعة أمينية هيدروكسيلية مثل جلوكوأمين Glucosamine وجلالكتوز أمين Galactosamine ويوجدان فى غضاريف جسم الإنسان كما يوجد الجلوكوز أمين فى الهيبارين Heparin المانع لتجلط الدم وفى الكيتين Chitin فى الغلاف الخارجى للحشرات والقشريات وبصفة عامة فإن السكريات تدخل فى بناء السكريات المعقدة بالجسم.
- استيل سكريات أمينية Acetyl Amino Sugar وفيها تحل مجموعة أستيلية محل ذرة نتروجين من المجموعة الأمينية على السكر الأمينى Glucosamine وهو مركب يدخل فى بناء السكريات المعقدة فى جسم الإنسان.
- حامض يورنيك Uronic Acid وفيها تتأكسد مجموعة كحول أولى Primary Alcohol Group إلى مجموعة كربوكسيلية Carboxyl Group مثل حامض جلوكيوروبونيك Glycuronic Acid ويساعد الجسم للتخلص من بعض المواد السامة، وحامض جالاكتويوروبونيك Galacturonic Acid ويوجد فى البكتين Pectin.
- حامض جليكونيك Glyconic Acid وفيه تتأكسد مجموعة الألدهيد إلى مجموعة كربوكسيلية.

- سكر كحولي Sugar Alcohol وفيه تختزل مجموعة الألكهيد أو الكيتون إلى مجموعة كحولية Alcohol Group مثل الجلوسيتول Glucitol (سربتول Sorbitol). ويوضح شكل (٢-٢) أمثلة لبعض مشتقات السكريات الأحادية وتركيبها الكيميائي.



شكل (٢-٢) مشتقات السكريات الأحادية

سكريات الأوليجو Oligosaccharides وتشمل على:

(١) السكريات الثنائية Disaccharides ومنها: سكريات مختزلة وغير مختزلة

أ- السكريات المختزلة: مثل

اللاكتوز: ويعرف بسكر اللبن، هو السكر الوحيد الموجود في الألبان المختلفة ويتراوح تركيزه في اللبن من ٢ - ٨% وهو أقل السكريات الثنائية حلوة، إذ تبلغ نسبة حلوته بحوالى $\frac{1}{4}$ حلوة السكروز.

ويتكون سكر اللاكتوز من جلوكوز وجاللاكتوز وللاكتوز أهمية في التغذية:

١- تستطيع بكتيريا حمض اللاكتيك تخمر هذا السكر وتحويله إلى حمض لكتيك وهذا الأساس في تصنيع اللبن الزبادى.

٢- لا يحدث له تخمر حمضى في المعدة فهو يساعد على نمو البكتيريا المفيدة في الأمعاء. ويحدد نشاط الميكروبات التعفنية ولذا يعتبر اللبن الزبادى من الأغذية المعروفة بالمحافظة على الحياة Probiotic.

٣- يساعد في تمثيل بعض العناصر داخل الجسم مثل الكالسيوم والفوسفور.

المالتوز: ويعرف باسم سكر الشعير ويوجد في الحبوب أثناء الإنبات ويتكون من جزيئين من الجلوكوز، كما أنه يتكون في الجسم نتيجة هضم النشا كخطوة وسطية.

ب- السكريات غير المختزلة: مثل

السكروز:

وهو أكثر السكريات الثنائية إنتشاراً في الأطعمة ويوجد في كل من قصب السكر والبنجر والعسل الأسود ويستخرج تجارياً من سكر القصب وبنجر السكر ويتكون السكروز من جلوكوز وفركتوز.

كما أن السكروز مصدر رخيص للطاقة وهو شديد الحلاوة ويذوب بسهولة في الماء ويمكن لمحاليل سكر السكروز شديدة التركيز أن توقف نمو الميكروبات وعلى هذا الأساس أمكن حفظ الأغذية في صورة مربات أو جيلي أو فواكه مسكرة

السكريات العديدة Polysaccharides (عديدات السكريات)

وهي عبارة عن كربوهيدرات معقدة وتتكون من عدد كبير من وحدات من السكريات الأحادية.

وتنقسم السكريات العديدة على حسب نوع السكريات الأحادية المكونة لها إلى:

١- سكريات عديدة متجانسة: Homopoly saccharides

وهي المحتوية على نوع واحد من السكريات الأحادية.

٢- سكريات عديدة غير متجانسة: Heteropoly saccharides

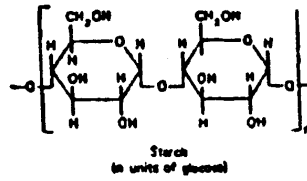
وهي المحتوية على نوعين أو أكثر من السكريات الأحادية وعناصر أخرى.

عديدات السكريات المتجانسة

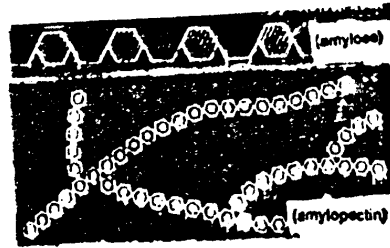
النشا: Starch ويتكون من وحدات من الجلوكوز (شكلى ٢-٣، ٢-٤) وهو الصورة التي تختزن فيها الكربوهيدرات في البذور وبعض جذور النبات ويوجد النشا في صورة حبيبات تختلف في الشكل والحجم باختلاف النباتات وعادة يحتوى النشا على نوعين من عديدات السكريات، يتكون النوع الأول من سلاسل غير متفرعة من الجلوكوز ويسمى الأميلوز Amylose وترتبط وحدات الجلوكوز برابطة الفاجلوكوسيدية بين ذرتي الكربون (١-٤) وعادة يوجد بنسبة ١٥-٢٠% من النشا ويكون لوناً أزرقاً مع اليود أما النوع الثانى فيتكون من سلاسل متفرعة من الجلوكوز ويسمى الاميلوبكتين Amylopectin وترتبط وحدات الجلوكوز بروابط ألفا جلوكوسيدية (١-٤) وعند التفرع رابطة (١-٦) ويكون لوناً (بنى محمر)

مع الیود، ویوجد ٨٠-٨٥% من النشا، وهناك بعض الحبوب التي تحتوى على نشا الأميلوبكتين فقط وتسمى الحبوب الشمعية Waxy grains والنشا لا یذوب فی الماء ولكن بالحرارة يمكن أن یكون محلولاً من النشا قد یصبح بالتبريد جیلی Jelly ويتحلل النشا داخل الجسم نتیجة عملية الهضم إلى دكسترين ثم إلى مالتوز ثم إلى جلوكوز.

ونتیجة لاختلاف النشا الموجود فی النباتات المختلفة وفی الصفات الفیزیقیة الكیمیائیة بفضل تحديد نوعه فیقال نشا الذرة أو نشا الأرز أو نشا البطاطس وهكذا. وللنشا أهمية إقتصادية كبيرة فی تغذية الإنسان والحيوان وفی الصناعات المتنوعة حيث یستخدم فی صناعة المنسوجات وفی صناعة الورق وفی الطب ومستحضرات التجميل وفی الصناعات للغذائیة.



شكل (٢-٣) النشا (وحدات من الجلوكوز)



شكل (٢-٤) النشا سلاسل الأميلوز والأميلوبكتين

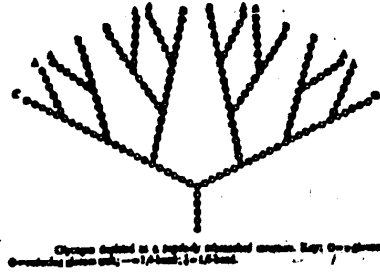
الجليكوجين Glycogen:

ويطلق عليه النشا الحيوانى وأول من توصل إلى وجوده Claude Berard سنة ١٨٠٦ الذى اكتشف العلاقة بين جليكوجين الكبد ومستوى الجلوكوز فى الدم، ثم أثبت Volt أن السكريات الأحادية تتحول إلى جليكوجين فى الكبد وكمية الجليكوجين فى الجسم بسيطة حوالى ٣٧٠ جم منها حوالى ١٠٨ جم فى الكبد Liver glycogen وحوالى ٢٤٥ فى العضلات Muscle glycogen ويستعمل لمد العضلات بالطاقة اللازمة لانقباضها والباقي ١٧ جم فى سوائل الجسم.

وعادة يتكون الجليكوجين فى الكبد عند زيادة مستوى الجلوكوز فى الدم عن المستوى الطبيعى بينما يتحول جليكوجين الكبد إلى جلوكوز عندما ينخفض مستوى الجلوكوز فى الدم. والجليكوجين يتكون من ٦٠٠٠ إلى ٣٠٠٠٠ وحدة جلوكوز فى سلاسل متفرعة وهو قابل الذوبان فى الماء. والجليكوجين يشابه الأميلوبكتين فى التركيب إلا أنه أكثر تفرعاً منه ويصل طول السلسلة ١٠-١٤ وحدة جلوكوز بمتوسط ٣-٤ وحدات سكر فقط بين أماكن التفرع ويختلف متوسط حجم جزئ الجليكوجين حسب مصدره وحسب حالة الفرد ويصل متوسط وزن جزئ جليكوجين العضلات إلى ١٠^٦ أما جزئ جليكوجين الكبد فهو أكبر إذ يصل وزن الجزئ إلى ١٠ × ٥^٦ وعموماً فإن حجم جزئ الجليكوجين يتغير فى الفرد نظراً لإضافة أو إزالة وحدات باستمرار (شكل ٢-٥).

الدكسترين Dextrin:

ويوجد بكثرة فى البنور أثناء النبات - ويوجد فى جسم الإنسان كخطوة وسطية أثناء هضم النشا. ويوجد بكثرة فى الحبوب والأغذية عند تعرضها للحرارة الجافة نتيجة نحول النشا على السطح إلى دكسترين وهو أكثر ذوباناً فى الماء عن النشا وقوة الرابطة بين الحبيبات أقل أى أنه لا يعطى قواماً غليظاً مثل النشا.



شكل (٥-٢) تفرع جزئ الجليكوجين

السليولوز Cellulose:

يوجد السليولوز في جدار الخلايا النباتية فهو يعطى صلابة للنبات، وحيث أنه المكون الأساسي في جدر الخلايا النباتية ولذا فهو أكثر المواد انتشاراً في النبات ويتكون جزئ السليولوز من عدد كبير من وحدات الجلوكوز مرتبطة بروابط بيتاجلوكوسيدية (١-٤) وهى الرابطة التى لا يمكن للإنسان تحليلها لغياب الإنزيم اللازم ولهذا لا يعتبر السليولوز مصدراً للطاقة للفرد. عادة يشار إليه في وجبة الفرد بالألياف fibers (شكل ٦-٢).

وتوجد سلاسل السليولوز متجاورة ومتلاصقة بطريقة عكسية مما يسمح بوجود روابط هيدروجينية وهذا يعطى قوة ومثانة علاوة على جعل السلاسل مرتبة في صورة لويغات ذات صفات بلورية في بعض أحرفها.

ومن أهم السكريات العديدة غير المتجانسة الموجودة في جسم الإنسان:

(١) بروتيو جليكان Proteoglycan

وهى مواد لزجة وترجع إليها لزوجة الإفرازات المخاطية وهى مرتبطة مع بروتين بنسبة أقل من ٥% ومنها:

- حامض الهيالورونيك Hyaluronic وهو محلول لزج يعمل على تزييت المفاصل.

عديدات السكريات غير المتجانسة

ومن أهم السكريات العديدة غير المتجانسة الموجودة في جسم الإنسان:

(١) بروتيو جليكان Proteoglycan

وهي مواد لزجة وترجع إليها لزوجة الإفرازات المخاطية وهي مرتبطة مع بروتين بنسبة أقل من ٥% ومنها:

- حامض الهيالورونيك Hyaluronic وهو محلول لزج يعمل على تزييت المفاصل.

- كوندرويتين سلفات Chondroitin Sulfate وهي مركبات حامض كبريتيك وتتدخل في تكوين قرنية العين وصمامات القلب والغضاريف ونسيج العظام.

- هبارين وهو المادة المانعة لتجلط الدم.

(٢) جليكوليبيدات Glycolipids

وهي عبارة عن ليبيدات محتوية على كربوهيدرات وتوجد في الخلية العصبية وهي مهمة لنقل النبضات العصبية والكهربية ومنها:

- سيربروسيدات CEREBROSIDES وتوجد في الجهاز العصبي في المخ وغمد الأعصاب.

- جانجليوسيدات Gangliosides وتوجد في النسجة العصبية والطحال وكرات الدم الحمراء.

(٣) جليكوبروتين:

وهي عبارة عن بروتينات محتوية على كربوهيدرات وتصل نسبة البروتين إلى ٩٥% وتؤدي وظائف عدة للخلية منها نقل المواد غير المحبة للماء وفي نقل بعض أيونات المعادن كما تتدخل في تكوين مناعة الجسم وتكوين الأجسام المضادة.

ومن السكريات العديدة غير المتجانسة الموجودة في الأغذية: البكتين **Pectin**: وهو موجود في الفواكه ويتحول إلى جيلي في وجود الحرارة ومحلول حامض مخفف وسكر وله دور في الحماية من البدانة ومرض السكر وأمراض القلب والسرطان وتسوس الأسنان.

أهمية الألياف الغذائية في تغذية الإنسان:

للألياف أهمية خاصة بالنسبة للكربوهيدرات فهي تنقسم إلى قسمين حسب ذوبانها في الماء:

(١) **ألياف غذائية غير قابلة للذوبان:** وهي الألياف التي لا تذوب في الماء البارد أو الساخن مثل السليلوز والهيميسليلوز وتتميز بأنها خشنة تحتاج إلى مضغ ولا يمكن هضمها في جسم الإنسان، فهي تعمل على حركة الغذاء داخل القناة الهضمية فهي بذلك تنشط حركة الأمعاء على الهضم والتخلص من الفضلات أي أن تأثيرها ملين وتمنع من حدوث الإمساك والوقاية من سرطان القولون. كما أنها تعتبر مادة مألوفة مما تساعد على الشعور بالشبع هي تفيد في حالة إنقاص الوزن.

(٢) **ألياف غذائية قابلة للذوبان:** وهي الألياف التي تذوب في الماء مثل البكتين والصمغ ويلاحظ أن لها دور هام بالنسبة لجسم الإنسان فهي تعمل مع الماء مكونة محاليل لزجة تفيد في تقليل درجة الإصابة بأمراض القلب ومرض السكر حيث أنها تنظم من درجة امتصاص السكريات والدهون لذا فهي تعمل على خفض كوليسترول الدم وبالتالي تقلل من فرص التعرض لأمراض القلب وحالات السرطان مثل سرطان القولون.

وظيفة الكربوهيدرات

تعتبر الكربوهيدرات — كما سبق ذكره — المصدر الرئيسي الاقتصادي للطاقة في غذاء الإنسان في العالم، إذ تمد الفرد بأكثر من ٧٠%

من الطاقة اللازمة له، ويعطى الجرام الواحد من الكربوهيدرات ٤ سعرات عند احتراقه فى جسم الإنسان، كما يقوم الجليكوجين بإمداد الجسم بالطاقة، وفى حالة نقص الأغذية التى تمد الجسم بالطاقة فى الغذاء عن اللازم فيقوم الإنسان باستخدام الجليكوجين المخزن فى الكبد كمصدر سريع للطاقة.

وللكربوهيدرات دور فى ميٹابوليزم الدهون فهى تعمل على اكتمال احتراقها فى جسم الإنسان، وتكون ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء، مع انطلاق الطاقة اما فى حالة وجود كمية غير كافية من الكربوهيدرات، فلا يتم احتراق الدهون وتتكون نواتج وسطية حامضية التأثير مثل الكيتونات كالأستون مما يؤدى إلى ارتفاع حموضة الدم، وتسمى هذه الحالة Ketosis وهذه الظاهرة تصاحب مرضى السكر Diabetes Mellitus كما تظهر فى حالة الجوع الشديد حينما يحترق دهن الجسم نفسه.

وتوفر الكربوهيدرات البروتين للقيام بوظيفة البناء بدلاً من استعمال البروتين فى توليد الطاقة لأن البروتين مصدر غير اقتصادى للطاقة فى الجسم، ويستعمل البروتين فى توليد الطاقة عند نقص الكربوهيدرات فى الغذاء ذلك لأن احتياج الفرد للطاقة يجب أن يسد أولاً كما سبق ذكره، علاوة على ذلك فإن استعمال البروتين لتوليد الطاقة يؤدى إلى تكوين مركبات نيتروجينية بجانب الطاقة وبخار الماء وثانى أكسيد كربون. وهذه المركبات النتروجينية يجب التخلص منها عن طريق الكلى، بعكس الكربوهيدرات فإن احتراقها يؤدى إلى تكوين بخار الماء وثانى أكسيد كربون بجانب الطاقة، مما يسهل للجسم التخلص منها عن طريق الرئتين وللكربوهيدرات دور فى تنشيط حركة القناة الهضمية مثل السليولوز كمادة مالئة وله القدرة على امتصاص الماء. وهذا يساعد على حركة الغذاء داخل القناة الهضمية. علاوة على ان السليولوز يؤثر على هضم وامتصاص الغذاء مما يعمل على تنظيم انطلاق الطاقة، وعلى هذا فالأغذية الغنية فى محتواها من السليولوز تعمل

على تحسين مستوى جلوكوز الدم عند مرض السكر علاوة على ذلك فإن الغنية بالألياف تعمل على خفض كولسترول الدم وتقى الجسم من الأمراض المختلفة مثل أمراض القلب والسرطان كما سبق ذكره.

وجود السليلوز في الغذاء يتطلب زيادة مضغ الطعام إذ أن السليلوز يزيد من صلابة الأغذية وخصوصاً الطازجة وبمعاملة الغذاء بالحرارة تقل هذه الصلابة مع زيادة اللزوجة مما يعمل على التصاق الغذاء وزيادة الحاجة لمضغته وتعمل عملية مضغ الغذاء على زيادة إفراز اللعاب وهذا يعمل على تنظيف الأسنان واللثة كما يساعد على بلع الغذاء. كما أن المضغ يزيد من شعور الفرد بالشبع.

عندما تذوب بعض الكربوهيدرات في الماء مثل البكتين فإنها تكون محاليل لزجة هذه تشمل حركة الغذاء داخل الأمعاء. كما أظهرت الدراسات على الحيوان أن هذه المواد في تكوين ألياف الغذاء والتي تسبب لزوجة الوسط مثل البكتين لها تأثير واضح على الدهون الموجودة في الدم والكبد وخصوصاً على الكولسترول كما سبق ذكره.

وتعمل الكربوهيدرات كمصدر لطاقة بالنسبة للكائنات الدقيقة في الأمعاء وهذه الكائنات تكون فيتامينات مثل بعض فيتامينات "ك" كذلك فإن للكربوهيدرات وظيفة دعامية حيث تدخل في تركيب الأجزاء الغضروفية والأنسجة الضامة مثل الجلوكوز أمين والجالاكتوز، كما تعمل الكربوهيدرات مثل حامض Glycuronic على تخليص الجسم من بعض السموم وتحويلها إلى صورة غير ضارة ويسهل للجسم التخلص منها، وهذا التفاعل أيضاً يساعد الجسم على تنظيم ميثابوليزم بعض الهرمونات ويحمي الجسم من زيادة بعض الهرمونات...

ويزيد وجود الجليكوجين في الكبد من زيادة قدرته على مقاومة المواد الضارة أكثر من الكبد الخالي من الجليكوجين نتيجة الجوع أو المرض كما تدخل الكربوهيدرات (جلوكوز أمين) في تكوين مادة الهيارين وهي المادة المانعة لتجلط الدم ويعتمد الجهاز العصبي على الجلوكوز في توليد الطاقة اللازمة لاستمرار عمل هذا الجهاز.

مصادر الكربوهيدرات في غذاء الإنسان

تعتبر السكريات والحبوب والبقول والفواكه المجففة من المصادر الغنية بالكربوهيدرات ومن الأغذية المصنعة والغنية بالكربوهيدرات المكرونة والمربى والجيلي والخبز والكعك واللبن المجفف أما الفواكه والخضروات الطازجة ففيها كميات بسيطة من الكربوهيدرات باستثناء البطاطس والبطاطا والموز والبلح (جدول ١-٢). ويعتبر البيض والسمك والدواجن واللحم والجبن واللبن الطازج من الأغذية الفقيرة بالكربوهيدرات أما الدهون الحيوانية والنباتية فلا يوجد بها كربوهيدرات. أما بالنسبة للألياف فتعتبر الردة والحبوب الكاملة ومنتجاتها والخضروات والفواكه الطازجة من أحسن مصادر الألياف.

جدول (١-٢) النسبة المئوية لكربوهيدرات في بعض الأغذية

الأغذية	نسبة الكربوهيدرات
السكر	%٦٦ - %١٠٠
العسل ، والزبد المستخلص من الفول السوداني	%٧١ - %٩٠
المربى ، والجيلي ، والفواكه المجففة	%٦١ - %٧٠
الخبز ، والكعك ، والخبز الأبيض	%٥١ - %٦٠
شرائح البطاطس المحمرة والخبز الكامل (من الدقيق الكامل)	%٤١ - %٥٠
البطاطا	%٣١ - %٤٠
الموز ، والمكرونة والأرز	%٢١ - %٣٠
الذرة ، والعنب ، والتفاح	%١١ - %٢٠
الكبد البقري والزبد والبيض واللبن والبريتال	صفر - %١٠
والبطيخ والجزر والطماطم	صفر - %١٠
اللحوم والدواجن والزبد والسالمون	صفر - %١٠

الحالة الغذائية للكربوهيدرات حول العالم

تعتمد الدول النامية على الكربوهيدرات في إمداد الجسم بحوالي ٧٨% أو أكثر من الطاقة بينما تصل هذه النسبة إلى حوالي ٥٧% فقط في الدول المتقدمة.

ونلاحظ أن معظم مصادر الكربوهيدرات في البلاد الزراعية من المواد النشوية المستمدة من الحبوب، أما في البلاد الصناعية فالسكر يسهم بجزء كبير في وجبات الفرد، ففي الولايات المتحدة الأمريكية كان متوسط نصيب الفرد ٢٥٨ رطلاً من الحبوب و٥٣ رطلاً من السكر والحلوى سنة ١٨٨٩ وتغير الحال سنة ١٩٦١ فانخفاض نصيب الفرد من الحبوب أصبح ١٤٦ رطلاً وزاد نصيب الفرد من السكر فأصبح ١١٥ رطلاً وقد حدث نفس التغيير في المملكة المتحدة (بريطانيا) وإذا حل السكر محل النشا في غذاء الإنسان فإنه يغير من مستوى الليبيدات في الدم وقد يؤدي ذلك إلى رفع نسبة الإصابة بمرض القلب Atherosclerosis ومرض السكر Diabetes وزيادة نسبة تسوس الأسنان.

ويقول Pike و Browns سنة ١٩٧٥ أن زيادة نسبة إرتفاع مرض السكر بين الهنود المقيمين في جنوب افريقيا يرجع إلى زيادة استهلاكهم للسكر عن الهنود المقيمين في الهند.

الكميات المقررة من الكربوهيدرات

لا تعرف الكميات المقررة من الكربوهيدرات لسد حاجة جسم الإنسان، ولكن بالنسبة للشخص العادي يجب أن يتناول ٥٠ - ٦٠% من الطاقة مستمدة من المواد الكربوهيدراتية في الغذاء ولا يزيد ما يستمد من السكر عن ١٠% وإذا زادت الكربوهيدرات عن حاجة الجسم تؤدي إلى تحويلها إلى دهون تخزن في الجسم مما يؤدي إلى السمنة كذلك فإن تناول

كميات كبيرة من السكر يؤدي إلى عسر الهضم واضطرابات في الجهاز الهضمي كما أن زيادة كميات السكر في الغذاء تتسبب في أحداث نقص في بعض العناصر الغذائية الأخرى، مثل فيتامين ب١ اللازم لإتمام عمليات ميتابوليزم الكربوهيدرات.

أما إذا نقصت المواد الكربوهيدراتية في الغذاء فيضطرب الجسم إلى استهلاك الدهون لتوليد الطاقة منها، مما يؤدي إلى اضطرابات خطيرة حيث أن الجلوكوز هو المصدر الرئيسى للجهاز العصبى والمخ وإلا يصاب الفرد بغيوبة السكر (Coma) كذلك قد يؤدي نقص المواد الكربوهيدراتية في الغذاء إلى استهلاك البروتينات لتوليد الطاقة خاصة الأحماض الأمينية مما يؤدي إلى حرمان الجسم من بناء وتجديد أنسجته وخلاياه والتي هى الوظيفة الأساسية للبروتينات.

علاوة على أنه يتم أكسدة الدهون مما يؤدي إلى تكوين الأجسام الكيتونية بكميات غير طبيعية وهى أجسام تؤدي إلى زيادة حموضة الدم وقد تسبب الوفاة كما سبق ذكره.

ويعتبر نقص الكربوهيدرات في الغذاء نادراً ما يحدث. فقد يحدث في المجاعات أو أثناء المرض وخاصة عند الإصابة بالحميات حيث يزداد احتياج الجسم من الطاقة.

عموماً يجب ألا يقل نسبة الطاقة المتولدة من المواد الكربوهيدراتية في الغذاء اليومي للفرد عن ٢٠% من الطاقة الكلية.

الليبيدات LIPIDS

مقدمة:

يطلق مصطلح الليبيدات على الدهن Fat والزيوت Oils وهي استرات أحماض دهنية والزيوت هي الدهون السائلة في درجة الحرارة العادية.. والزيوت إما قابلة للهضم مثل زيت البارافين، وهناك الدهون والزيوت المرئية والتي يمكن قياسها مثل الزبدة والزيت كما أنه توجد دهون غير مرئية وهي تنتشر في الغذاء ويصعب قياس الكمية الكلية الدهون في الوجبات بدون التحليل الكيميائي لهذه الأطعمة.

والدهون الموجودة في جسم الإنسان إما مخزنة في أنسجة تخزين الدهون أو داخله في التركيب البنائي لخلايا الجسم، ولا زال هذا التقسيم موجوداً إلى الآن وتوجد الليبيدات في كثير من الأغذية المعروفة، ويرجع استعمال الدهون في التغذية إلى عصور ما قبل التاريخ. والليبيدات منتشرة في الطبيعة وتمتاز بعدم قابليتها للذوبان في الماء بينما يذوب في الاثير والكلورفورم والبنزين.

وتتكون الليبيدات من كربون واهيدروجين وأكسجين ويحتوى بعضها على فوسفور ونتروجين ونسبة الكربون والاهيدروجين إلى الأكسجين في الدهون أعلى منها في الكربوهيدرات فمثلاً دهن اللحم المسمى تريستارين Tristearin به ١١٠ ذرة أيدروجين و ٦ ذرات من الكسجين. بينما نسبة نفس العناصر السابقة في جزئ الكربوهيدرات هي ٢: ١ ولذا عند احتراق الدهون فأنها تحتاج إلى أكسجين خارجي أكثر لتتحد مع كل ذرات الأيدروجين والأكسجين فتتطلق كمية أكبر من الحرارة وعلى هذا فإن احتراق جرام واحد من الدهون يعطى ٩ سعرات.

تقسيم الليبيدات

وتنقسم الليبيدات حسب تركيبها الكيميائي — كما قسمها بلور Bloor إلى ثلاث أقسام تشمل: الليبيدات البسيطة، والليبيدات المركبة والليبيدات المشتقة.

الليبيدات البسيطة Simple Lipids

وهي إسترات أحماض دهنية مع كحول وتشمل:

- | | |
|-----------|--------------|
| أ- الدهون | Neutral Fats |
| ب- الشموع | Waxes |

أ- الدهون Neutral Fat

وتشمل الدهون والزيوت Fat & Oils وهي إسترات أحماض دهنية جلسرول وتسمى جلسريدات Glycerides (شكل ٢-٧) ويتحد ثلاث أحماض دهنية متشابهة أو مختلفة مع الجلسرول مكوناً جلسريد ثلاثي Triglyceride وتوجد الجلسريدات الثلاثية في الدم بمعدل ١٤٢ مللجرام/١٠٠ مل دم.

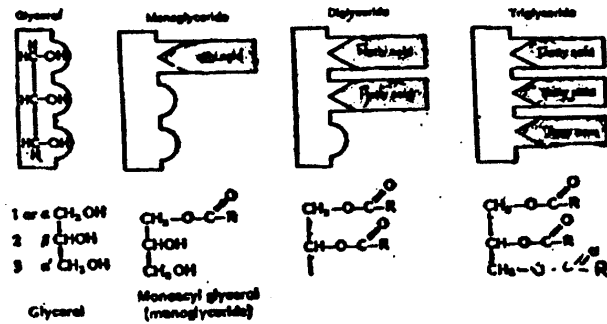
والجلسريدات الثلاثة أكثر الليبيدات إنتشاراً في جسم الإنسان وخصوصاً في أنسجة تخزين الدهن Adipot Tissues وتحت الجلد وحول الأعضاء الداخلية وتطلق كلمة دهون على كل من الدهون الصلبة مثل دهون الجحويان والزبدة وكذا الدهون السائلة أى الزيوت وتختلف الدهون في الأنواع المختلفة، وفي النوع الواحد تختلف في تركيبها في أنسجة الجسم المختلفة، وعادة تختلف صفات الدهون باختلاف الأحماض الدهنية المتحدة مع الجلسرول من حيث طول السلسلة الهيدروكرونية للحامض ومن حيث درجة التشبع Degree of Sturation وتحتوى الدهون على نسبة أعلى من الحامض الدهنية المشبعة Saturated Fatty Acids عن الأحماض الدهنية غير المشبعة Unsaturated Fatty Axids. وتوجد الجلسريدات في الدم بنسبة ١٤٢/١٠٠ مل دم.

ب- الشموع:

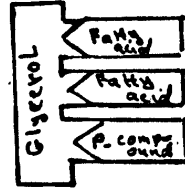
وهي إسترات أحماض دهنية مع كحول ذي وزن جزئ عال وتضم إسترات ستيرويدات Sterols مثل إسترات الكولسترول Cholesterol مع الأحماض الدهنية كما تضم إسترات فيتامين أ وفيتامين د.

Compound Lipids المركبة

وهي إسترات أحماض دهنية مع كحولات ومواد أخرى تشمل:
(١) فوسفور ليبيدات Phospholipids شكل (٨-٢) وهي تلي الجلسريدات من حيث الانتشار في الجسم وتتميز بوجود جزئ ارتوفوسفات Orthophosphate



شكل (٧-٢) الجليسرول والجليسريدات



شكل (٨-٢) الفوسفوليبيدات

وتوجد أنواع كثيرة منها معظمها فى أنسجة الجسم والدم ونسبة بسيطة توجد فى أنسجة تخزين الدهون والفسفوليبيدات تدخل فى بناء جدار الخلايا ولها دور هام فى نقل الدهون فى جسم الإنسان وتوجد فى بلازما الدم بمعدل ٢١٥ ملليجرام/١٠٠ مل.

١- ومن الفوسفوليبيدات

(أ) ليسثين

(ب) سفالين (Phosphatidly Ethenolamine) Cephalin

(ج) بلازمالوجينات Plasmalogens

وتكون البلازمالوجينات حوالى ١٠% من فوسفوليبيدات المخ والأعصاب

(د) سفليجومييلينات Sphingomyeline

وتوجد السفليجومييلينات بنسبة كبيرة فى المخ والأنسجة العصبية.

(هـ) حامض فوسفاتيديك Phosphatidic acid

٢- جليكوليبيدات Glycolipids

وهى ليبيدات محتوية على كربوهيدرات كما سبق ومنها:

سربروسيدات Cerebrosides وتوجد عادة فى المخ كما توجد فى

أنسجة أخرى.

جانجليوسيدات Gangliosides

وهى مرتبطة بالسربروسيدات وتوجد فى الأنسجة العصبية كما توجد

فى الطحال Spleen وفى كرات الدم الحمراء وفى جدر بعض الخلايا وقد

يكون لها دور فى انتقال الأيونات.

٣- مركبات الليبيد - بروتين Lipid - protein

ويوجد منها فى جسم الإنسان الليبوبروتينات Lipoproteins

والبروتيوليبيدات Proteolipids.

الليبوبروتينات

وهي لبيدات متحدة مع بروتين – الجلوبولين وتتكون اللبيدات من جلسريدات ثلاثية وكولسترول وفوسفوليبيدات ومنها:
(أ) الليبوبروتينات الحقيقية جداً (VLDL) Very low – Density Lipoproteins وهي تحتوى على نسبة كبيرة من اللبيدات معظمها عبارة عن جلسريدات ثلاثية وبها كولسترول وفوسفوليبيدات كما يوجد بها نسبة منخفضة من البروتين ٥ – ٨% وهي تتكون فى الكبد.

(ب) الليبوبروتينات الوسط فى الكثافة (IDL) Intermediate – Density lipoproteins وهي ليبوبروتينات ذات كثافة أعلا من الليبوبروتينات السابقة نتيجة تحليل جزء من الجسريدات الثلاثية الموجودة فى VLDL بواسطة إنزيم Lipoprotein Lipase الموجود فى جدر الخلايا وينطلق الجسول والأحماض الثلاثية إما لتخزينها فى صورة دهن أو لتوليد الطاقة ونتيجة لذلك تزيد الكثافة وتتحول إلى ليبوبروتينات الوسط فى الكثافة – ويدخل جزء كبير إلى داخل خلايا الكبد أما الباقي فيبقى فى الدم.

(جـ) الليبوبروتينات الخفيفة (LDL Low – Density Lipoproteins) وهي تحتوى على بتاجلوبولين بنسبة تتراوح من ٧-١٢% أما نسبة الدهون فتصل إلى ٥٠% وتحتوى على كولسترول وفوسفوليبيدات ولسريدات ثلاثية وهي تتكون من IDL الموجودة فى الدم حيث يستمر فقدها للجلسريدات الثلاثية فتزيد كثافتها وتتحول إلى LDL وهي محاطة بشحنة سالبة وهذا يسهل بقائها فى البلازما – ويوجد بأحد أقطابها بروتين Apoprotein B-100 وهو يساعد على دخول LDL إلى داخل خلية الكبد ثم تتحلل إلى مكوناتها من كولسترول ولسريدات ثلاثية التى تدخل فى بناء جدر الخلايا وغيرها وهذه العملية تمنع تخليق كولسترول جديد ويشجع تحويل الكوليسترول إلى استر كولسترول.

(د) الليبوبروتينات الثقيلة (HDL) High – Density Lipoprotein

وهي ذات كثافة عالية وتحتوي على الفاجلوبولين بنسبة ٥٠% كما تحتوي على نسبة منخفضة من الليبيدات من ٦-١٠% ومعظمها كولسترول وفوسفوليبيدات وتحتوي على Apo-protein A وعادة توجد الجسريدات الثلاثية وإستر كلوسترول في وسط مركب الليبوبروتين وهي مركبات غير متآينة أما على الطبقة الخارجية فتوجد الفوسفوليبيدات والكولسترول والبروتين وهي تحمل شحنات سالبة على سطح المركب وهذا يساعد على بقائها ذائبة في الدم.

وتنتقل دهون الدم ومنها الكولسترول بواسطة (الليبوبروتينات، ويلاحظ أن الكولسترول المنتقل مع الليبوبروتينات الخفيفة LDL يترسب على جدر الأوعية الدموية مما يؤدي إلى صلابة الجدر وضيق الأوعية الدموية وانسدادها.

أما الليبوبروتينات الثقيلة HDL فإنها تحمل الكولسترول من الدم وتنقله إلى الكبد لهدمه وهذا يقلل من فرص إصابة الفرد بمرض القلب وتوجد هذه HDL في النساء بنسبة ٥٥ ملجم / ١٠٠ مل دم بينما توجد في الرجال بنسبة ٤٥ ملجم / ١٠٠ مل دم وهذا يقلل من فرص تعرض المرأة لأمراض القلب.

البروتوليبيدات

وهي مركبات تحتوي على بروتينات تصل إلى ٦٥ - ٨٥% وتوجد البروتينات لداخل المركب والليبيدات للخارج وهذه المركبات بنائية أي تدخل في بناء جدار الخلية كما توجد في غمد الأعصاب وبعض الأعضاء مثل القلب والكلى.

الليبيدات المشتقة Derived Lipids

وهى المواد الناتجة من الليبيدات بعد تحليلها وتشمل الأحماض الدهنية والجلسرول والكحولات والسترويدات والستروولات والمواد الهيدروكربونية.

الأحماض الدهنية

وتتكون الأحماض الدهنية من كربون وأيدروجين وأكسجين فى سلسلة هيدروكربونية تختلف فى الطول باختلاف الأحماض، كما يوجد بعض الأحماض الدهنية الحلقية وبعض الأحماض المحتوية على مجاميع هيدروكسيلية.

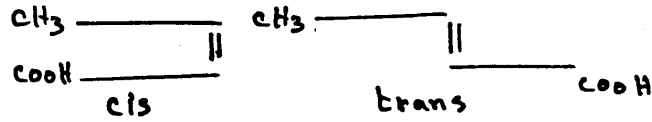
والأحماض الدهنية قابلة للذوبان فى المذيبات العضوية بدرجة أكبر من قابليتها لذوبان فى الماء ويحتوى الحامض الدهنى فى أحد اطرافه على مجموعة كربوكسيلية Carboxyl group وهى قابلة للذوبان فى الماء — أما الطرف الآخر فهو هيدروكربونى الذى يذوب فى المذيبات العضوية وتتوقف درجة ذوبان الحامض الدهنى على طوله فكلما زاد طول الحامض كلما قلت درجة ذوبانه فى الماء والعكس صحيح.

وتنقسم الأحماض الدهنية من حيث درجة التشبع إلى أحماض دهنية مشبعة Saturated وأحماض دهنية غير مشبعة Unsaturated بها رابطة واحدة غير مشبعة Monounsaturated وأحماض دهنية غير مشبعة بها أكثر من رابطة غير مشبعة Polyunsaturated. وتبنى الأحماض الدهنية المشبعة من حامض الأسيتك acetic acid الذى يعتبر أقصر الأحماض الدهنية ويوضح جدول (٢-٢) الأحماض الدهنية المشبعة.

والأحماض الدهنية عديدة الروابط غير المشبعة تعرف بالأحماض الدهنية الأساسية Essential Fatty acids ومنها الأحماض Linolenic, Linoleic التي لا يمكن للجسم أن يكونها ولذا لابد من وجودها في الغذاء. ويوضح جدول (٢-٣) تركيب الأحماض الدهنية غير المشبعة.


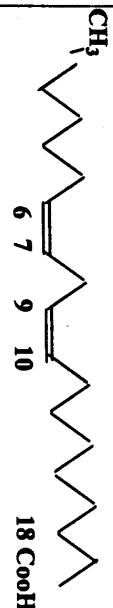
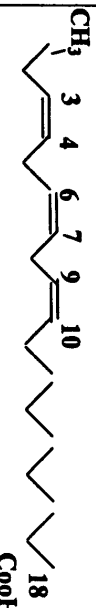
ويوجد تشابه هندسي Geometric Isomers للأحماض الدهنية غير المشبعة الروابط وعلى هذا فإن حامض أوليك يكون له تركيبات (Cis - trans isomers) ويلاحظ أن التركيب Cis هو الوضع الشائع (شكل ٢-٩).

وللأحماض الدهنية غير المشبعة دور في خفض ليوبروتينات الدم إذا كانت (cis) أما في حالة (Trans) فإنها تفقد هذه الخاصية



شكل (٢-٩): ايزوميرات حامض الأوليك

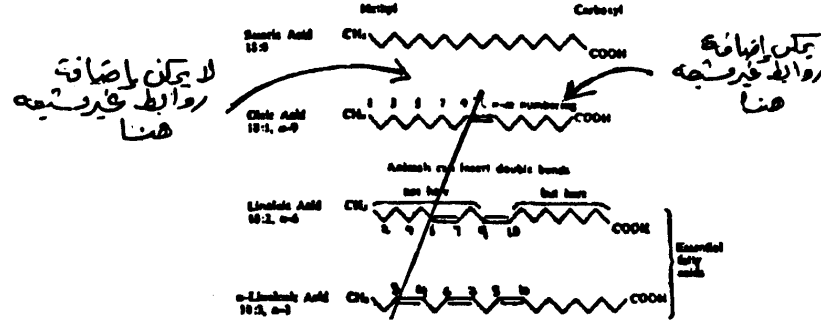
جدول (٢-٣) الأحماض الدهنية غير المشبعة

بعض المصادر	الرمز	عدد الروابط غير المشبعة	عدد ذرات الكربون	الحامض الدهني
زيت زيتون		١	١٨	حامض الأوليك Oleic
زيت اللوز زيت الكتان زيوت الأسماك		٢	١٨	حامض لينوليك Linoleic
زيت فول الصويا زيوت الأسماك زيت بذرة القطن		٣	١	حامض لينولينيك Linolenic

جدول (٢-٢) الأحماض الدهنية المشبعة

بعض المصادر	الرمز	طول السلسلة الكربونية	عدد ذرات الكربون	Fatty Acid	الحامض الدهني
الخل كمركب وسط في عمليات الميثانوليزم	$\text{CH}_3 \text{COOH}$	قصير	٢	Acetic acid	حامض الأسيتيك
الزبدة	$\text{C}_3 \text{H}_7 \text{COOH}$	قصير	٤	Butyric acid	حامض بيوتريك
الزبدة	$\text{C}_5 \text{C}_{11} \text{COOH}$	قصير	٦	Caproic acid	حامض كاربوريك
جوز الهند	$\text{C}_7 \text{H}_{15} \text{COOH}$	قصير	٨	Caprylic acid	حامض كابريليك
في دهون نباتية	$\text{C}_9 \text{H}_{19} \text{COOH}$	قصير	١٠	Capric acid	حامض كابريك
في دهون نباتية - جوز الهند - القرنية	$\text{C}_{11} \text{H}_{23} \text{COOH}$	قصير	١٢	Lauric acid	حامض لوريك
جوزة الطيب والشمع	$\text{C}_{13} \text{H}_{27} \text{COOH}$	طويل	١٤	Myristic acid	حامض مرستيك
في دهون نباتية وجوانية	$\text{C}_{15} \text{H}_{31} \text{COOH}$	طويل	١٦	Palmitic acid	حامض بالميتيك
في دهون نباتية وجوانية	$\text{C}_{17} \text{H}_{35} \text{COOH}$	طويل	١٨	Stearic acid	حامض ستاريك
زيت الفول السوداني	$\text{C}_{19} \text{H}_{39} \text{COOH}$	طويل	٢٠	Arachidic acid	حامض أراكديك
سروبيدات	$\text{C}_{23} \text{H}_{47} \text{COOH}$	طويل	٢٤	Lignoceric acid	حامض لجنوسيريك

وتتقسم الأحماض الدهنية غير المشبعة حسب مكان أول رابطة غير مشبعة من طرف مجموعة الميثيل إلى ثلاث مجموعات حيث توجد هذه الرابطة إما عدد ذرة الكربون رقم ٣ أو ٦ أو ٩ (شكل ١٠-٢) ولهذا يطلق على هذه الأحماض غير المشبعة Omega 3 or Omega - 6 or Omega 9 - أو (n-3) , (n-6) , (n-9) ويمكن للجسم إضافة مجاميع غير مشبعة ولكن من الطرف الكربوكسيلي وليس من الطرف الميثيلي كما يمكن للجسم زيادة طول السلسلة الكربونية أيضاً من الطرف الكربوكسيلي.



شكل (١٠-٢) تركيب تفصيلي لبعض الأحماض الدهنية

وجود الأحماض الدهنية في الكائنات الحية النباتية والحيوانية:

تختلف الكائنات النباتية عن الحيوانية في محتواها من الأحماض الدهنية وعموماً الكائنات الحية النباتية أو الحيوانية التي تعيش في المياه العذبة تحتوي على نسبة عالية من الحمض الدهنية غير المشبعة (ك١٦، ك١٨، ك٢٠، ك٢٢).

أما الكائنات البحرية فهي غنية بالأحماض غير المشبعة (ك٢٠، ك٢٢) وتعتبر أن الاسماك البحرية غنية بالأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع وخصوصاً Omega-3.

مشتقات الأحماض الدهنية غير المشبعة

يشتق من الأحماض الدهنية غير المشبعة أحماض دهنية أخرى أصبحت موضع الاهتمام فى هذه الآونة (جدول ٢-٤) ويلاحظ أن تتكون هذه المشتقات نتيجة إطالة فى طول السلسلة الكربونية أو بزيادة عدد الروابط غير المشبعة من ناحية الطرف الكربوكسيلي فقط. ويتم ذلك داخل الجسم.

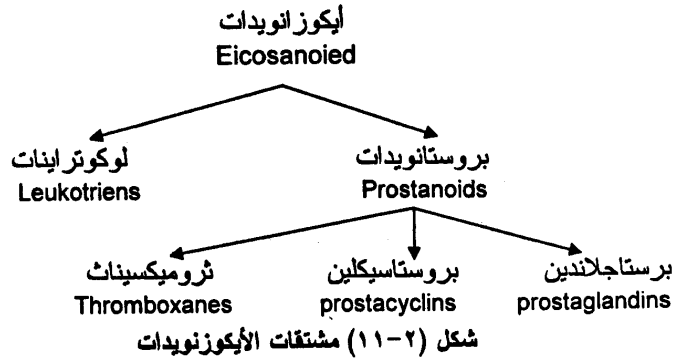
جدول (٢-٤): مشتقات الأحماض الدهنية غير المشبعة

حامض linolenic n - 3	حامض linoleic n - 6	حامض oleic n - 9
Linolenic acid C ₁₈ :3 n - 3 ↓ Eicosapentaenoic acid (EPA) C ₂₀ :5 n - 3 ↓ Docosahexaenoic Acid (DHA) C ₂₂ :6 n - 3	Linoleic acid C ₁₈ :2 n - 6 ↓ Dihomo γ linolenic acid C ₁₈ :3 n - 6 ↓ Arachidonic acid C ₂₀ :4 n - 6	Oleic acid C ₁₈ :1 n - 9 ↓ Eicosatrienoic acid C ₂₀ :3 n - 9

من مشتقات حامض Oleic الميتابوليزمية حامض Eicosatrienoic الذى يتكون فى الجسم بواسطة الأنزيمات أثناء التحللات الميتابوليزمية لحمض الأوليك ويعتبر تركيزه فى البلازما مؤشر لمدى كفاية الأحماض الدهنية الضرورية فى الوجبة أى أنه عندما يزيد تركيز حمض Eicosatrienoic acid فى البلازما يكون دليلاً على نقص محتوى الأحماض الدهنية الأساسية فى الوجبة. ويمكن لجسم الإنسان تخليق الأحماض الدهنية ن - ٩، ويتميز زيت الزيتون بإرتفاع محتواه من حامض الأوليك والحمض Eicosatrienoic acid وكذلك بعض البنور الزيتية.

ويمكن لجسم الإنسان تخليق حامض Oleic وبالتالي مشتقاته ويعتبر حامض arachidonic من أهم مشتقات حامض linoleic ويوجد في الدهون الأطعمة والدهون الفوسفورية ويدخل في تركيب أغشية الخلايا كما أن النمو وتطور مخ الطفل والجنين وبالنسبة لحامض γ - linolenic - dihomو فإنه يشترك في تكوين مركبات الأيكوزانويدات eicosanoids وهى مركبات هامة لها فوائد فسيولوجية وفارماكولوجية للجسم.

وبالنسبة لمشتقات حامض linolenic الأكثر شيوعاً هى حامض eicosapentaenoic (EPA) وحامض docosahexenoic (DHA) وقد حظيت هذه المجموعة بأهمية خاصة فى الأونة الأخيرة نظراً لدورها فى حماية الفرد من أمراض القلب والأوعية الدموية نظراً لأنهما يكونان مشتقات يطلق عليها الأيكوزانويدات eicosanoids وخصوصاً البروستاجلاندين (PG) prostaglandin وهما يلعبان أدواراً هامة للجسم فالموجود منها فى السوائل الخارجية للخلية هى جزء من الجهاز الدفاعى للجسم كما أنها لها دور كبير فى تحسين صورة الدم والأوعية الدموية وحماية الفرد من أمراض القلب. وتعتبر أيكوزانويدات Eicosanoids من مشتقات الأحماض الدهنية غير المشبعة الأساسية التى تحتوى على C ذرة كربون ويخلق فيها مركبات لها وظائف هامة للجسم (شكل ٢-١١).



ويشارك نوعان من الإنزيمات فى تخليق الأيكوسينيدات من الأحماض الدهنية الأساسية وهما:

أ- إنزيمات Cyclooxygenase: وهى التى تعمل على تخليق البروستاجلاندين (PG) والبروستاسيكلين (PCL) والثرومبوكسان (TX) Thromboxane.

ب- إنزيمات Lipooxygenase: التى تعمل على تخليق اللوكوترين (LT) وأنواع أخرى من الأحماض الدهنية.

وتقوم الأيكوزانويدات بدور حيوى داخل الجسم حيث يقوم مركب الثرومبوكسان (TX) الذى يخلق بواسطة الصفائح الدموية بتكوين الجلطة وتجميع الصفائح الدموية، كما يعمل على تضيق الأوعية الدموية Vasoconstrictor وهذا يساعد على سرعة التئام الجروح، فى حين تعمل البروستاجلاندين عكس هذه الوظيفة حيث تعمل على تثبيط تكون الجلطات. (Antiaggregation of platelets) وكذلك توسيع الأوعية الدموية بالتالى تقى الإنسان من التعرض لأمراض القلب. أما اللوكوترين Leucotrienes (LT) فتقوم بدور هام فى التفاعلات المرتبطة بارتفاع الحساسية (Hypersensitivity) وكذلك الالتهابات (Inflammation) واحتمال أن لها دور فى تكوين الجلطة ويتم إنتاجها فى كرات الدم البيضاء وبالإضافة للوظائف السابقة، الأيكوسينيدات تؤثر على الوظائف الفسيولوجية لبعض الأعضاء فى الجسم مثل الكلى والرئة وأجهزة المناعة.

المواد الهيدروكربونية Hydrocarbons

مركبات الكاروتنويدات Carotenoids والسكوالين Squalene وليكوبين lycopene. ومن الكاروتنويدات مركبات ألفا ، بيتا ، جاما كاروتين وهى مولدات فيتامين A. والسكوالين خطوة وسطية فى تكوين الكولسترول.

الستيرويدات والكحولات والستيروولات

Steroids , Alcohols & Sterols

ومن الستيرويدات الهرمونات الجنسية وأحماض الصفراء، وفيتامين د، ومن الكحولات ذات السلسلة المستقيمة كحول ستيل ك- Cetyl وستاريل ك^{١٨} Stearyl كما توجد كحولات بها حلقة بتا أيونون B-ionone وتضمن فيتامين A. ومن الستيروولات الإرجوستيرون Ergosterol والكولسترول Cholesterol ويوجد الأرجوستيرون في الأنسجة النباتية وفي الخميرة وهي مولدة لفيتامين د ويتأثر أشعة الشمس فوق البنفسجية تتحول إلى فيتامين د.

والكولسترول أكثر الستيروولات إنتشاراً في الأنسجة الحيوانية حيث يوجد في الدم ويلعب دوراً كبيراً في نقل الأحماض الدهنية في جسم الإنسان ويوجد بكثرة في البيض. ويتراوح مستوى الكولسترول الدم في الإنسان من ١٠٧ - ٣٠٢ ملجم/١٠٠ مل دم بمتوسط ٢٠٠ ملجم/١٠٠ مل دم. ويوضح جدول (٥-٢) مستوى الكولسترول في الدم ومدى التعرض للإصابة بأمراض القلب.

جدول (٥-٢) الحد الأعلى لمستوى الكولسترول ومدى التعرض للإصابة بأمراض القلب للأعمار المختلفة

درجة التعرض لفصاية بمرض القلب		العمر بالسنوات
مرتفعة	متوسطة	
ملجم / ١٠٠ مل دم	ملجم / ١٠٠ مل دم	
أعلى من ١٨٥	أعلى من ١٧٠	١٩ - ٢
أعلى من ٢٢٠	أعلى من ٢٠٠	٢٩ - ٢٠
أعلى من ٢٤٠	أعلى من ٢٢٠	٣٩ - ٣٠
أعلى من ٢٦٠	أعلى من ٢٤٠	٤٠ فأكثر

ومن وجهة أخرى فإن تقدير النسبة بين مقدار الكولسترول المتحد مع ليوبروتينات إلى الكولسترول الكلى هو أحسن مؤشر يمكن عن طريقه معرفة مدى التعرض للإصابة بمرض القلب وتحسب من قسمة مستوى الكولسترول الكلى على مقدار الليوبروتينات الثقيلة فى الدم. فإذا كان مستوى الكولسترول ٢٠٠ ملجم/ ١٠٠ مل دم ومقدار الليوبروتينات الثقيلة هو ٤٥ ملجم/ ١٠٠ مل دم فإن النسبة تعادل ٤,٤، كلما أنخفض الرقم كلما كانت فرصة التعرض للإصابة أقل وإذا زاد الرقم ٤,٧ فإن هذا إنذار بأن يعمل الفرد على تخفيضه. وقد وجد أن متوسط هذه النسبة عند الرجال المصابين بمرض القلب تتراوح بين ٥,١ - ٦,١ بينما يتراوح متوسط هذه النسبة عند النساء المصابات بين ٤,٦ - ٦,٤.

أقسام الدهون حسب محتواها من الأحماض الدهنية إلى ثلاثة أقسام هي:-

- ١- **دهون مشبعة Saturated:** ومعظمها دهون صلبة على درجة حرارة الغرفة. وتصل فيها نسبة الأحماض الدهنية المشبعة إلى ٣٣% فأكثر ومن دهون هذه المجموعة دهن اللحم البقرى ودهن لحم الغنم والزبدة والجبنه الكامله الدسم وزيت جوز الهند وزيت النخيل.
- ٢- **دهون عديدة عديم التشبع Polyunsaturated:** وهى دهون سائلة أو نصف صلبة Soft على درجة حرارة الغرفة وتحتوى على دهون مشبعة فنسبتها لا تزيد عن ١٥% ومنها زيت الذرة، وزيت السمسم وزيت عباد الشمس وزيت السمك والمارجرين.
- ٣- **دهون وحيدة عديم التشبع Monounsaturated:** وهى دهون سائلة أو نصف صلبة Soft على درجة حرارة الغرفة وتحتوى هذه الدهون على أحماض دهنية وحيدة عديم التشبع. ومن أمثلتها زيت الزيتون وزيت الفول السودانى.

هدرجة الزيوت والدهون Hydrogenation of Fats & Oils

تتميز الزيوت باحتوائها على نسبة من الأحماض الدهنية غير المشبعة وعلى هذا فيمكن تحويل الزيوت السائلة إلى دهون صلبة أى رفع درجة انصهار الدهون كما يمكن زيادة درجة صلابة الدهون اللينة Soft Fats وذلك بإضافة أيدروجين إلى الرابطة غير المشبعة على درجة حرارة مرتفعة واستعمال عامل مساعد Catayst مثل النيكل وتسمى هذه العملية بعملية الهدرجة Hydrogenation، وعادة تتم العملية إما إجراء هدرجة جزئية Partial Hydrogenation وفيها تصل درجة انصهار الدهون إلى (٣٥ - ٤٨م) أو تتم عملية الهدرجة تماماً على نصف كمية الزيوت ثم تخلط بالكمية الباقية من الزيوت لإنتاج الدهون ذات درجة الانصهار المطلوبة.. أى أن هذه العملية تؤدي إلى تحويل الأحماض الدهنية غير المشبعة إلى أحماض دهنية مشبعة أى أننا نفقد بعض الأحماض الدهنية غير المشبعة مثل Linolieic كما نفقد بعض العناصر الغذائية ذات الروابط غير المشبعة مثل فيتامين أ. كما تزيد الهدرجة من زيادة الأحماض الدهنية المتناظرة Trans وهي تعمل على رفع الكولسترول.

معاملة الدهون بالحرارة

عند معاملة الدهون والزيوت بالحرارة مباشرة مثل عمليات القلى والتحمير فإن الدهون تتحلل إلى جلسرول وأحماض دهنية، يتحول الجلسرول إلى أكرولين acrolin وتتحول الأحماض الدهنية إلى أحماض ومركبات قصيرة وهذه تهيج الأغشية الطلائية للأنف والحلق والعين وأيضاً الجهاز التنفسي، كما أنها تساعد على حدوث القرحة وبعض حالات السرطان ولذا ينصح ألا يستخدم الزيت فى القلى والتحمير لمدة تزيد عن ٦ - ٩ ساعات ويجب بعد كل مرة ترشيح الزيت وحفظه فى مكان بارد.

المقررات اليومية للدهون Recommended Allowances for Fats

لا تشير الجداول إلى المقررات اليومية التي يجب ان يتناولها الفرد في اليوم، وتوصي لجان التغذية بأن يوجد الدهن في الغذاء بما يكفى لمد الجسم بما يعادل ٢٥% من السعرات الكلية، وتزيد هذه إلى ٣٠% للأطفال والمراهقين وكلما زاد نشاط الفرد. على أن يشتمل الدهن في المتوسط على كل من الأحماض الدهنية المشبعة والأحماض الدهنية عديدة الروابط غير المشبعة والأحماض الدهنية المحتوية على رابطة واحدة غير مشبعة على ١٠% من السعرات الكلية وألا تقل نسبة الدهون المرئية عن ثلث إلى نصف الدهون المطلوبة. ويوصى بعدم زيادة نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة عن النسب سابقة الذكر وخصوصاً في الوجبات المنخفضة في محتواها من الدهن لأنها تزيد من مدى عرض الفرد لحالات السرطان.

ويلحظ عند تقدير نسبة الدهون في الأغذية أنه من الخطأ تقدير نسبة الدهون على أساس وزن الغذاء لأن بعض الأغذية مثل اللبن الكامل يحتوى على نسبة عالية من الماء وهو في نفس الوقت مرتفعاً في محتواها من الدهن. ولسهولة الحكم على الأغذية والوجبات يمكن تقسيمها حسب محتواها من الدهن إلى:

- الأغذية المنخفضة في محتواها من الدهن Low- Fat Foods

هي الأغذية المحتوية أقل من ٣٠% من السعرات المستمدة من الدهن أو أقل من ٥ جم دهن في الكمية المقدمة لغذاء الفرد Serving.

- الأغذية المتوسطة في محتواها من الدهن Moderate- Fat Foods

هي الأغذية المحتوية على ٣٠ - ٥٠% من السعرات مستمدة من الدهن أو من ٦ - ١٠ جم دهن في الكمية لغذاء الفرد.

- الأغذية المرتفعة في محتواها من الدهون High-Fat Foods:

وهي الأغذية المحتوية على أكثر من ٥٠% من السعرات مستمدة من الدهون أو أكثر من ١٠ جم دهن في الكمية المقدمة لغذاء الفرد.

مصادر الدهون والزيوت:

يمكن الحصول على الزيوت مثل زيت الزيتون وزيت بذرة القطن، كما تعتبر الزبدة من الأغذية الغنية كما أن الفول السوداني واللحم وصفار البيض والجبن من الأغذية الغنية بها، أما الخضروات والفواكه ففيها نسبة بسيطة من الدهون باستثناء الزيتون وجوز الهند وكذلك السكريات خالياً تماماً من الدهون جدول (٦-٢).

أما الكوليسترول فيوجد في الدهون الحيوانية وينتشر في جميع الخلايا وسوائل الجسم وخصوصاً الأنسجة العصبية ومصادر الكوليسترول بالنسبة للإنسان خارجية من الغذاء وغالباً الأغذية الحيوانية مثل البيض واللبن والزبدة واللحم - ومصادر داخلية أي يبني داخل الإنسان خصوصاً في الكبد جدول (٧-٢).

جدول (٦-٢) نسبة الدهون في بعض الأغذية

المحتوى من الدهون والزيوت	الأغذية
٩١ - ١٠٠	الزيوت والدهون النباتية
٨١ - ٩٠	مرجرين - الزبدة
٧١ - ٨٠	مايونيز
٦١ - ٧٠	المكسرات
٥١ - ٦٠	الشيكلاته
٤١ - ٥٠	زبدة فول السوداني
٢١ - ٣٠	جبنه - صفار البيض - جوز هند
١١ - ٢٠	لحم
١٠ - صفر	لبن - سالمون - آيس كريم
صفر	عيش - دجاج - كبده
	سكر وشربات

جدول (٧-٢): محتوى بعض الأغذية من الكوليسترول

الأغذية	ملجم / ١٠٠ جم غذاء
لحم	٧٠
زبد	٢٥٠
جبنة شيدر	١٠٠
جبنة قريش	١٥
دجاج	٦٠
بيضة كاملة	٥٥٠
بياض البيض	صفر
صفار البيض	١٥٠٠
سمك	٧٠
كلى الحيوان	٣٧٥
قلب الحيوان	٤٥
كبد	٣٠٠
لحم خروف	٧٠
دهون نباتية	صفر
لبن كامل الدسم	١١
لبن مجفف	٨٥
لبن فرز	٣
جمبرى	١٢٥
لبن بتلو	٩٠
مخ بقرى	١٥٣٠ - ١٩٥٢

كما يوضح جدول (٨-٢) وجود الأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة فى دهون بعض الأغذية. يلاحظ إرتفاع نسبة الأحماض لمشبعة الحيوانية وزيادة غير المشبعة فى الدهون والزيوت النباتية

وظائف الزيوت والدهون Functions of Fats and Oils

- ١- تعتبر الدهون مصدراً مركزاً للطاقة اللازمة للجسم، فالجرام الواحد من الدهون يعطى عند احتراقه فى الجسم تسعة سعرات.
- ٢- الدهون الموجودة فى الجسم تصبح مصدراً للطاقة المخزونة لإمداد الإنسان بما يحتاجه من الطاقة عند اللزوم.

- ٣- يتم هضم الدهون ببطء ولذلك فهي تعطى شعوراً بالشبع لبقائها مدة طويلة بالمعدة.
- ٤- وجود الدهون فى غذاء الإنسان يهيئ للبروتين الفرصة للقيام بوظيفته الأصلية وهى بناء الجسم.
- ٥- تحافظ الدهون على بعض أعضاء الجسم وذلك لأنها تحيط بها مما يساعد على تثبيتها فى مكانها وحمايتها من الصدمات الخارجية.
- ٦- وجود الدهون على شكل طبقات تحت الجلد يساعد على تقليل الفاقد من الحرارة فى الجو البارد ويساعد على ليونة الجلد وعدم جفافه أو خشونته وكذلك بالنسبة للشعر.
- ٧- تحتوى الدهون تحت الجلد على مولد فيتامين د Provitamin D الذى يتحول إلى فيتامين د بواسطة الأشعة فوق البنفسجية.
- ٨- تحمل الدهون مجموعة الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهون مثل فيتامين أ ، د ، هـ ، ك ، (A D E K) والكاروتين (مولد فيتامين أ) وتساعد على امتصاصها فى الجسم.
- ٩- تعتبر الدهون مصدراً للأحماض الأساسية اللازمة للجسم والتى لا يستطيع الجسم أن يكونها بالكمية اللازمة له والتى تقوم بوظائف عدة مثل خفض الكوليسترول ودهون الدم ومنع الإصابة بخشونة الجلد وظهور الأكزيما خصوصاً للأطفال.
- ١٠- تعمل الدهون وخصوصاً الزيوت على سرعة تخلص الجسم من الفضلات وذلك بتسهيل مرورها فى الأمعاء الغليظة.
- ١١- إضافة الدهون للأغذية أثناء إعدادها يحسن من الخواص التقبلية له.
- ١٢- تدخل فى بناء جدر الخلايا مثل الفوسفوليبيدات والكوليسترول.
- ١٣- تكون الهرمونات الستيرويدية.

أهمية الكوليسترول في الجسم:

١- يعتبر الكوليسترول خطوة وسطية في التخليق الحيوي لعدد من المركبات الأستيروولية الهامة وهي تشمل أحماض الصفراء Bile Acids إذ يتأكسد الكوليسترول في الكبد ويتحول إلى حمض الكوليك Cholic Acid الذي يتحد مع الجليكول أو التورين Taurine ويكون حامض الجليكوليك وحمض التوروكوليك Taarochloic acid and Glycocholic acid وتسهم تلك الأحماض مع أملاح الصفراء وأنزيم Lipase المحلل للدهن في هضم وامتصاص المواد الدهنية غير القابلة لذوبان في الماء وذلك بتكوين مستحلب دهني لتحويل الدهون إلى مواد ذائبة وهذا ما يعرف بعملية Hydrotropic.

٢- كذلك يعد الكوليسترول مركباً حيوياً لتكوين هرمونات غدة الأدرينال ويطلق عليها هرمونات كورتيكويدز Corticoids الهامة في تمثيل الكربوهيدرات والبروتينات وهرمون الألدستيرون الذي يتحكم في امتصاص الصوديوم والبوتاسيوم.

٣- تكوين الهرمونات الجنسية الأنثوية estrogen و Progestrone والذكرية testosterone.

٤- يدخل في تكوين جدر الخلايا.

الدهون ومرض تصلب الشرايين

يعتبر مرض تصلب الشرايين من الأمراض الكثيرة الانتشار في الوقت الحاضر، وقد ظهرت فكرة العلاقة بين الدهون وبين مرض تصلب الشرايين حيث انخفض المرض بانخفاض تناول الدهون. وتتصلب الشرايين ويزيد سمك جدار الشرايين نتيجة لترسب الدهون التي يكون معظمها كولسترول (٤٠%) وبعض المعادن مثل الكالسيوم. فإذا حدثت هذه الحالة في الشريان التاجي فأنها تؤدي إلى الإصابة بالذبحة الصدرية. وتحدث حالة

تصلب الشرايين ليس فقط نتيجة الحادث في جدر الأوعية الدموية بل أيضاً نتيجة للعوامل التي تؤثر في تجلط الدم، ولذا ففي حالة تصلب الشرايين يجب الاهتمام ليس فقط بحالة جدر الأوعية الدموية بل يجب أن نهتم أيضاً بالعوامل التي تؤثر في تجلط الدم.

وهناك من الأدلة ما يؤكد أن الفرد العادى يتكون فيه باستمرار دقائق صغيرة جداً من الجلطة الدموية، ولكنها تنوب بواسطة عمليات ميكانيكية خاصة - ومن العوامل في ذلك طبيعة الوجبة الغذائية والعوامل الرياضية والتدخين، ولو أن حالة تصلب الشرايين وحالة تكوين جلطات الدم يعتبران مختلفان إلا أنه من العوامل التي لها دخل في حدوثها، وهي الزيادة التي تؤثر فيها طبيعة الغذاء.

ومنذ أكثر من ٥٠ سنة كان مرض تصلب الشرايين قاصراً على الرجال الذين يعيشون في مستوى مرتفع وعلى رجال الأعمال وبعض الوظائف المهنية، وكان من النادر إصابة السيدات بهذا المرض، ولكن نلاحظ الآن ازدياد الإصابة بهذا المرض بين جميع فئات الشعب في البلاد المختلفة وخصوصاً بين رجال الأعمال ومن هم أقل من ٤٥ سنة وبين النساء وخصوصاً بعد سن الخمسين كما في جدول (٢-٩).

وبدل جدول (٢-١٠) أن حالة تصلب الشرايين منتشرة في الدول الغنية ولكن السويد والمملكة المتحدة ليست أقل من الدول الأخرى في مستوى المعيشة المتبعة في الولايات المتحدة أو أوروبا يصابون بهذه الحالة ومن الأسباب التي تلعب دوراً في حدوث تصلب الشرايين نوع الوجبة الغذائية، ومدى المجهود الذي يقوم به الفرد، والتدخين والوراثة، والأسباب والتوتر النفسى.

جدول (٢-٩): نسبة الوفيات بسبب الذبحة الصدرية / ١٠٠,٠٠٠ في بعض دول العالم من الجنسين في الأعمال المختلفة

البلد	العمر من ٤٥ - ٥٤ سنة		العمر من ٦٥ - ٧٤ سنة	
	ذكور	إناث	ذكور	إناث
فنلندا	٢٤٤	٦٢	٢٠٥٨	١٠٢٦
سكوتلندا	٢٥٨	٨٦	٢٠٠١	١٠٥٨
الولايات المتحدة الأمريكية	٣٥٤	٨٢	٢٠٦٨	١٠٠٧
أستراليا	٣٤٢	٧٦	٢٢٢٩	١٠٥٨
كندا	٣١١	٥٩	١٨٣٣	٩٢١
المملكة المتحدة	٢٤٥	٤٢	١٦٠	٧٥٨
الدنمارك	١٨١	٢٠	١٤٣٣	٧٣٩
إيطاليا	١٣٣	٣٦	٩٩٥	٦٣٥
السويد	١٢٤	٤٦	١٤٢٦	٧٤٧
فرنسا	٧٤	١٢٤	٤٧	٢٠٣
اليابان	٥١	٣٣	٤١٤	٢٦٩

نوعية الوجبة الغذائية:

قامت عدة محاولات لدراسة مدى ارتباط حالة تصلب الشرايين بكمية الدهون في الوجبة، وحيث أن حالة تصلب الشرايين مرتبطة بارتفاع مستوى الكوليسترول والدهون الأخرى خصوصاً الكوليسترول الذي يكون معظم الدهون المترسبة على جدار الشرايين لذا فقد قامت دراسات لمعرفة العوامل التي تؤثر في ارتفاع مستوى الكوليسترول والدهون الأخرى في الدم، مع ملاحظة أن جسم الإنسان يمكنه تكوين الكوليسترول بمعدل ٢ - ٣ جم اليوم وقد أظهرت الدراسات إنه إذا استمرت التغذية عدة أسابيع على دهون تحتوي على نوع واحد من الدهون، فإن مستوى الكوليسترول ينخفض في حالة

إستعمال زيت الذرة أو زيت بذرة القطن، بعكس الحال عند إستعمال الزبدة أو الدهون الحيوانية الأخرى.

إن الأحماض الدهنية غير المشبعة تساعد فى التخلص من الكولسترول فى صورة أحماض الصفراء. كما أن EPA , DHA لهما دور وقائى من الإصابة بأمراض القلب وتعمل على سلامة جدر الأوعية الدموية وإطالة الفترة اللازمة لتجلط الدم كما أن الأيكوزانويدات تعمل على خفض مستوى كولسترول الدم وخفض تجمع الصفائح الدموية، وبصفة عامة أن الأحماض الدهنية غير المشبعة تعمل على تكوين أستر كولسترول قابل للذوبان فى الماء فلا يترسب بعكس الأحماض المشبعة التى تكون إستر كولسترول لا يذوب فى الماء فيترسب. إن حامض الأوليك يعمل على خفض الكولسترول و LDL دون أن يؤثر على HDL التى تساعد فى خفض الكولسترول أما لينوليك ولينوليك يعملان على خفض LDL مع خفض HDL. نقص البروتين قد يؤدى إلى رفع الكولسترول لأنه يدخل فى تكوين الليبوبروتينات المهمة فى ميثابوليزم الكولسترول. وللفيتامينات دور هام فى الحماية من مرض القلب مثل فيتامينات C , E ومركبات الكاروتين حيث تعمل كمضادات للأكسدة فى الجسم من تأثير الأصول الحرة للجسم، كما أن تناول اليناسين يعمل على خفض الكولسترول فى الدم. كما أن نقص السلينيوم مرتبط بتلف الأوعية الدموية ونقص الكروميوم يعمل على سوء ميثابوليزم الكربوهيدرات والدهون وإرتفاع مستوى الجلوسريدات الثلاثية. كما أن الماء العسر قد يكون له آثار سلبية.

بعض العوامل البيئية الأخرى يمكن أن يكون لها دور هام فى هذا الصدد هذا بالإضافة إلى الأثر الوراثى. من هذه العوامل:

- نوع العمل الذى يقوم به الإنسان: فلاحظك أن طغيان المدينة الحديثة بما جاءت به من مخترعات أدى إلى حلول العمل الميكانيكى محل العمل

اليدي، كل ذلك كان له دور فى زيادة للإصابة بتصلب الشرايين حيث أن العمل والنشاط الجسمى يحميان الفرد من الإصابة بتصلب الشرايين أو يقلل من عنف الإصابة بها.

- التدخين: وقد أثبت (Crawford & Doll Hill 1967) وآخرون سنة ١٩٦٨ أن التدخين له دور فى زيادة الإصابة به. بسبب التصاق الصفائح الدموية.
- كما اشاروا إلى أن بزيادة مستوى الكالسيوم فى ماء الشرب العسر قد يكون له أثر فى زيادة نسبة الوفاة بأمراض القلب.
- كما أن ارتفاع ضغط الدم والسمنة من العوامل المؤدية إلى الإصابة بتصلب الشرايين (Dowber ١٩٥٧ : Kanual ١٩٦١).

- الهرمونات: وللهرمونات أيضاً دورها، فقد ظهر أن الإصابة بمرض تصلب الشرايين فى الرجال قبل سن ٤٥ أكثر منه فى النساء ثم تتساوى النسبة فى الجنسين بعد سن ٥٠ سنة، وهذا يرجع إلى الهرمونات الأنثوية ... كذلك فقد وجد Uatila أن هرمونات الغدة الدرقية لها دور فى ذلك، فقد ثبت قابلية الفرد للإصابة بالمرض تزيد نتيجة انخفاض إفراز هرمون هذه الغدة، كما أن ارتفاع مستوى الأنسولين فى الدم عند بدء الإصابة بالسكر يساعد على ترسيب الدهون على جدر الشعيرات الدموية (Randic 1963) ومما لاشك فيه أن عدم التوازن الهرمونى فى جسم الإنسان يزيد من قابلية الفرد للإصابة بهذا المرض (Oliver & Boyd 1958).

- التوتر النفسى: مما لاشك فيه أن التوتر النفسى الناتج عن المذنية أدى إلى زيادة القابلية للإصابة بهذا المرض.

- متاعب المهنة وظروفها: كانت أيضاً من أسباب زيادة الإصابة بهذا المرض، وقد ذكر Tiller وآخرون سنة ١٩٦٨ أن عدد المصابين بمرض القلب بين عمال مصنع الألياف النسيجية الصناعية قد زاد، إذا اظهر أن

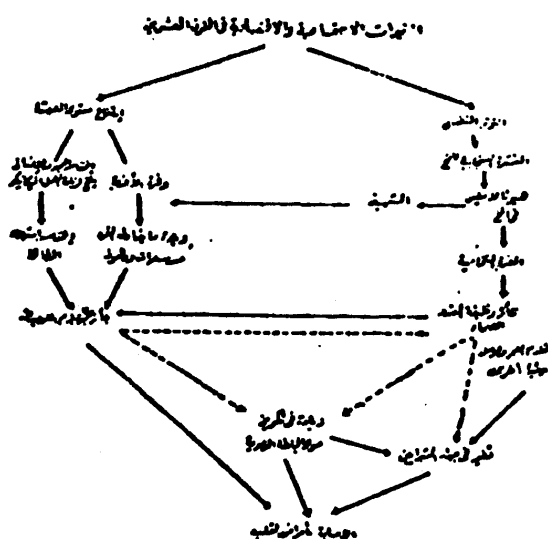
الذين أمضوا أكثر من ١٠ سنوات في المصنع وتعرضوا لثاني أكسيد الكبريت بنسبة أكثر من المتوقع قد تعرضوا لأمراض القلب والمعروف ان هذا الغاز يعتبر من عوامل تلوث البيئة حيث أن له دور مثبط لإنزيمات الجسم، وعموماً فإن هذا يحتاج إلى بحث جدى للتأكد من هذه الآثار.

- الوراثة: بالإضافة إلى كل ما سبق، فلا ينبغي للفرد أن يغفل أثر الوراثة فقد ظهر أن نسبة الوفاة بأمراض القلب بين رجال في مقتبل العمر قد زادت في العائلات التي عرف عنها أنها تعاني من هذه الأمراض ويقول Schafer & Adersberg سنة ١٩٥٩ أن المرض قد يرجع إلى وجود عامل وراثي غير كامل السيادة وأن ظهور أثر هذا العامل قد يظهر بتقدم العمل، ولعل زيادة الاهتمام بالعوامل الخارجية التي تؤدي إلى هذا المرض قد قللت من تأثير الوراثة في هذا المجال.

وعموماً يمكن القول بأن هناك عوامل متعددة لحدوث الإصابة بأمراض القلب كما أن هناك علاقة بين نوعية الوجبة ومستوى الكوليسترول في الدم، وعادة تكون الوجبة عالية في الأغذية الحيوانية، وزيادة السرعات والأحماض الدهنية المشبعة والسكريات، ولكن ليس معنى هذا أن الوجبة هي السبب الرئيسي لهذا المرض (شكل ٢ - ١٣).

ولمنع أو تقليل التعرض لمرض إنسداد الشرايين أو الإصابة به يوصى الأطباء وعلماء التغذية بأن الاعتدال في كل الأمور يحمي الجسم من هذه الأمراض، فالقيام بقسط من الرياضة (المشي أو السباحة) وإيقاف التدخين أو تقليله والعمل على تقليل ما يسبب التوتر النفسي وتجنب الإسراف في الأكل وخصوصاً الدهون الحيوانية والسكريات (فمثلاً الإقلال من الحلوى والأكل المقلّى والبيض المحمر والإقلال من الدهن والعمل على تجنب السمنة) كل ذلك يساعد على حماية الجسم من الإصابة بهذه الأمراض.

وأما بالنسبة للذين أصيبوا بهذه الأمراض فعليهم العمل بالتوصيات السابقة مع العلاج الطبى وخصوصاً فى حالات الضغط العالى والسكر والسمنة واضطرابات الغدة الدرقية، وقد تمكن الكثيرون من المرضى من خفض مستوى ليبيدات الدم عن طريق الغذائى ذلك بتناول وجبات فقيرة فى الدهن مضافاً إليها ٨٠ سم^٣ من زيت الذرة (Rose وآخرون ١٩٦٥).



شكل (٢-١٣): بعض العوامل التي قد تدخل في الإصابة بمرض القلب

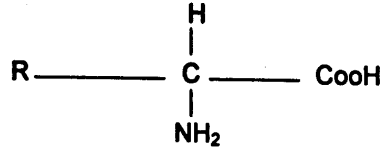
البروتينات PROTEINS

كلمة البروتين معناها الذى يأتى أولاً. وأول من أطلق هذا المصطلح هو Gerrdus Nulder (١٨٠٢ - ١٨٨٢) وهو كيميائى دانمركى لأنه كان يعتقد أنه ليس هناك نقاش فى أن البروتين يدخل فى المركبات العضوية. وقد حاول الكيميائيون الأوائل دراسة طبيعة المواد الحيوانية والنباتية بتقطير العينات المختلفة وقد أدى هذا إلى عمل جهاز الهضم البخارى Steamidigestor بواسطة Denis Papin (١٦٤٧ / ١٧١٢) الفيزيقي الفرنسى الذى وضع الأسس لدراسة البروتين، وصمم أجهزة لتنعيم العظام لاستخراج الجيلاتين... وقد استرعت المواد الجيلاتينية المستخرجة من العظام واللحوم، إنتباه العلماء وإعتبرها من المواد الحيوانية الحقيقية، وأطلقوا إصطلاح مواد زلالية Albuminous على المواد الحيوانية وكان Mulder أول من ذكر أن المواد الزلالية تحتوى فى تركيبها البنائى على وحدة عامة أطلق عليها البروتين.

وجاء بعد ذلك الكثير من الدراسات التى قام بها علماء فى القرن التاسع عشر والقرن العشرين مما أدى إلى معرفة الكثير عن البروتين كما أدى إلى معرفة الكثير عن البروتين وفهم طبيعته فى جسم الإنسان، بل لقد امكن تكوينها. ويوجد البروتين فى جسم الإنسان بنسبة ١٩% تقريباً وهى تلى نسبة الماء فى الجسم، ويوجد حوالى ٤٥% من بروتين الجسم فى العضلات Muscles، وحوالى ١٨% فى الهيكل العظمى Skeleton، بينما يوجد فى الجلد بنسبة ١٠% وفى أنسجة التخزين Adipose tissue بنسبة ٤%. وهذه البيانات مفيدة، ولكنها تكون أكثر فائدة إذا عرفت نسبة التجديد اليومي للخلايا بالجسم وكذا العوامل التى تقوم بدور فى هذا التجديد.

ووحدة تركيب البروتين هى الأحماض الأمينية التى تتميز بوجود مجموعة كربوكسيلية Carboxylic group (CooH) ذات الخواص

الحامضية، ومجموعة أمينية (NH₂) amino group بخواصها القاعدية وتوجد المجموعتان على نفس ذرة الكربون (شكل ٢ - ١٤).



شكل (٢-١٤): التركيب الأساسي للحامض الأميني

وتمثل R الجزء الباقي من الحامض

وترتبط المجموعة الأمينية من حامض أميني مع مجموعة كربوكسيلية من حامض آخر مع استبعاد جزئ ماء وذلك في رابطة ببتيدية وتتكون سلسلة ببتيدية peptide chain . بأن عدد الأحماض الأمينية كثير ولكن المعروف منها ٢٠ - ٢٢ حامضاً وهذه تكون عدداً لا يحصى من البروتينات.

تقسيم البروتينات: تنقسم البروتينات حسب طبيعتها إلى بروتينات ليقية Fibrous وأخرى كروية globular.

البروتينات الليفية: وتتكون من سلسلة ببتيدية ملفوفة. وتوجد هذه البروتينات في الأنسجة الدعامية مثل الجلد والشعر والحراشيف وهذه البروتينات لا تذوب في الماء ويصعب هضمها وهي مهمة في التصنيع ومن أمثلتها كيراتين Keratin الشعر، كولاجين Collagen في الأنسجة الضامة وميوسين myosin العضلات وفيبيرين Fibrin في الجلطة الدموية والاسيتين elasin في الأوعية الدموية.

البروتينات الكروية: وتوجد هذه البروتينات فى سوائل الجسم إما فى محلول حقيقى أو غروى مثل كازينوجين اللبن casinogen والبيومين البيض albumin كما توجد فى النباتات مثل جلوتين القمح.

كما قسم Orten و Kleiner عام ١٩٦٢ البروتينات حسب محتواها إلى: البروتينات البسيطة Simple، والبروتينات المرتبطة Conjugated، والبروتينات المشتقة Derived.

البروتينات البسيطة Simple Proteins:

وتنتج البروتينات البسيطة — عند تحليلها مائياً — أحماضاً أمينية فقط، وهى تشمل الأقسام التالية:

١- الألبومينات Albumins:

وهى تذوب فى الماء المتعادل الخالى من الأملاح. وعادة تكون هذه البروتينات ذات وزن جزيئى منخفض نسبياً. ومن أمثلة هذا النوع من البروتينات: البيومين الدم ويعمل على تنظيم الضغط الأسموزى، البيومين البيض egg Albumin، واللاكت البيومين Lactalbumin، فى اللبن الشرش، وليكوزين الحبوب Leucosin، والليجيوميلين Legumelin فى البقول.

٢- الجلوبولينات Globulins:

تذوب فى المحاليل الملحية المتعادلة — وهى — فى الغالب — لا تذوب فى الماء. ويوجد منها ألفا وبيتا جلوبيولين وهى تكون لبيوبروتينات الدم، وجاما جلوبيولين التى تكون الأجسام المضادة Antibodies كما توجد فى لاكتوجلوبيولين اللبن والجليسينين Glycinin فول الصويا.

٣- الجلوتيلينات Glutelins

وهي تذوب في الأحماض والقلويات المخففة جداً، ولا تذوب في المذيبات المتعادلة. وتتواجد هذه البروتينات في الحبوب، مثل وجود الجلوتينين Glutenin في القمح، والأوريزينين Oryzenin في الأرز.

٤- البرولامينات Prolamins

تذوب في الإيثانول ٥٠ - ٩٠%، ولا يذوب في الماء. وهذه البروتينات تحتوي على كمية كبيرة من البرولين Proline وحامض الجلوتاميك والأرجنين وتتواجد في الحبوب، مثل الزاين Zein في الذرة، الجلادين Gliadin في القمح والهوردين Hordein في الشعير. وتجدر الإشارة بأن بروتينات دقيق القمح الجلوتينين والجلادين يكونان معاً عند العجن الجلوتينين Gluten.

٥- الأسكلير وبروتينات Scleroproteins:

لا تذوب في الماء أو المذيبات المتعادلة، وتقاوم التحلل المائي بواسطة الإنزيمات. وهي عبارة عن بروتينات ليفية تستخدم في التركيب والربط. وتتضمن هذه المجموعة كولاجين الأنسجة العضوية والجيلاتين المشتق منه، الألاستين Elastin في الأعصاب، والكيراتين Keratin في الشعر والأظافر. وفيرين الجلطة الدموية وميوسين myosin العضلات وأكتين actin في اللحم.

٦- الهستونات Histons

وهي بروتينات قاعدية، بسبب محتواها العالي من الليسين والأرجنين، وهي تذوب في الماء وتترسب بالأمونيا. وتوجد مع DNA وفي الكروماتين والريبوزومات.

٧- البروتامينات protamines

وهي بروتينات شديدة القاعدية، وذات وزن جزيئي منخفض وهي غنية بالأرجينين. ومن أمثلتها الكلوبيين Clupein في الرنجة، والأسكومبرين Scombrine في الماكريل.

البروتينات المرتبطة Conjuated Proteins

تحتوى البروتينات المرتبطة على أحماض أمينية مرتبطة مع مواد أخرى غير بروتينية، مثل الأحماض النيكليوتيدية nucleic acid والكربوهيدرات الخ. وفيما يلي بعض أقسام البروتينات المرتبطة الهامة:

١- الفوسفوبروتينات Phosphoproteins

وهي مجموعة هامة، وتتضمن عديداً من بروتينات الأغذية الهامة. وفيها .. ترتبط مجموعة الفوسفات مع مجموعات الهيدروكسيل في الأحماض الأمينية مثل السيرين والثريونين. وتشمل هذه المجموعة الكازين في الحليب، والبروتينات الفوسفورية في صفار البيض.

٢- الليبوبروتينات Lipoproteins

وفيها تتحد الليبيدات مع البروتين، وتوجد الليبوبروتينات في الحليب، وصفار البيض والدم. كما توجد في جسم الإنسان كما سبق.

٣- البروتينوليبيدات Proteolipids

وهي عبارة عن ليبيد مع بروتين وتصل نسبة البروتين إلى ٦٥ - ٨٥% كما سبق.

٤- الجليكوبروتينات Glycoproteins

وفيها يتحد البروتين بالكربوهيدرات. وعادة تكون نسبة المواد الكربوهيدراتية حوالى ٥%. وكمثال على ذلك. الميكوبروتين Mucoprotein، ومنه الأوفوميوسين Ovomucin في بياض البيض.

٥- الكروموبروتيينات Chromoproteins

وهي بروتينات ذات مجموعة ثانوية ملونة. ويوجد عدة مركبات من هذا النوع، تتضمن الهيموجلوبين Hemoglobin، والميوجلوبين Myoglobin، والكلورفيل والفلافوبروتينات Flavoproteins.

٦- الميتالوبروتينات Metalloproteins

وهي بروتينات متحدة مع معدن مثل النحاس مثل مركب سيروبلازمين Cerelluplasmine أو مع الحديد مثل سيدروفيلين Siderophilin.

٧- نكليوبروتين Nucleoprotein

وهي بروتينات متحدة مع أحماض نووية nucleic مثل نكليوهستون nucleohistone ويوجد في بعض الغدد والنواة والكروموسومات.

البروتينات المشتقة Derived Proteins

وهي المركبات التي يمكن الحصول عليها من تحليل البروتينات — سواء بالطرق الكيميائية أم الإنزيمية — وهي تقسم إلى مشتقات أولية، ومشتقات ثانوية. ويعتمد هذا على مدى ونوع التغيرات الحادثة. والمشتقات الأولية عبارة عن مركبات تكون نسبة التغير الحادث فيها بسيط — وهي لا تذوب في الماء. وذلك مثل الكازين المتخثر بالرينين.

أما المشتقات الثانوية فهي تلك المشتقات التي حدث بها تغير، وتتضمن البروتيازات، والببتونات، وعديدات الببتيدات، والببتيدات. ثم أخيراً الأحماض الأمينية، وينحصر الاختلاف بين هذه المشتقات الثانوية في الاختلاف في الحجم، والقابلية للذوبان، وجميعها تذوب في الماء، ولا تتجمع بالحرارة. إلا أن البروتيازات تترسب باستخدام محلول مشبع من كبريتات الأمونيوم. وتتكون هذه المنتجات المشتقة أثناء عملية تصنيع عديد من

الأغذية كما يحدث عند إنضاج الجبن. وتحتوى البيبتيدات على حامضين أو أكثر من أصول الأحماض الأمينية.

ومن أمثلة البيبتيدات: جلوتاثيون glutathione وهى سلسلة بيتيدية ثلاثية تتكون من الأحماض الأمينية جلوتاميك glutamic، سستين Cysteine وجليسين glycine وهى لازمة لعمليات التأكسد والإختزال وأيضاً لفعل هرمون الأنسولين وبعض الإنزيمات. والبيبتيدات الثنائية وهى تحتوى على حامضين أمينيين مثل الكارنوسين carnosine، والأنسرين anserine ويوجدان فى العضلات.

الأحماض الأمينية Amino Acids

الأحماض الأمينية هى الوحدة البنائية للبروتينات ويوجد فى الطبيعة نحو ٣٠٠ حمض أمينى غير أن عدد الأحماض الأمينية التى تتخل فى تركيب البروتين هى ٢٠ - ٢٢ حمض أمينى.

وتقسم الأحماض الأمينية حسب أهميتها لجسم الإنسان إلى أحماض أمينية أساسية وأحماض أمينية غير أساسية.

الأحماض الأمينية الأساسية هى التى لايمكن للجسم أن يكونها بالسرعة والكمية اللازمة لسد حاجة الجسم. بينما الأحماض الأمينية غير الأساسية هى التى يمكن للجسم تكوينها حسب احتياجه، حيث يستطيع الجسم أن يحصل على الهيكل الكربونى لهذه الأحماض الأمينية من النواتج الوسطية لميتابوليزم الكربوهيدرات والدهون ثم إضافة المجموعة الأمينية التى يمكن أن يكون مصدرها إما الأمونيا أو حامض أمينى آخر. وهناك أحماض أمينية نصف أساسية وهى التى تتكون من الحامض الأمينى الأساس المقابل له ويمكنه أن يقوم ببعض وظائف الحمض الأساسى وليس كلها. فيما يلى بيان بتوزيع الأحماض الأمينية حسب أهميتهم:

أولاً: الأحماض الأمينية الأساسية

Valine	فالفين	Phenylalanine	الفينيل الالين
Lysine	الليسين	Methionine	الميثايونين
Threonine	الثريونين	Leucine	ليوسين
Tryptophan	التريوفان	Isoleucine	ايزولوسين
		Histidine	مستين (للأطفال فقط)

ثانياً: الأحماض الأمينية غير الأساسية

Glycine	الجليسين	Alanine	الآلانين
Aspartic Acid	حمض الأسباريك	Serine	سيرين
Glutamic Acid	حمض الجلوتاميك	Proline	برولين
Citrulline	سترولين	Hydroxy proline	هيدروكسي برولين
		Histidine	الهستدين
		Arginine	ارجنين

ثالثاً: الأحماض الأمينية النصف أساسية:

السستين Cystine وهو يتكون من الحمض الأساسى الميثايونين Methionine وليس العكس. ويحتوى السستين على حامضين من السستين tyrosine والتيروسين وهو يتكون من الحمض الأساسى الفينيل الالين Phenylalanine وليس العكس.

ويعتبر كل من التيروسين، والسستين أحماضاً أمينية نصف اساسية حيث أنه لا يمكن للفرد تكوينه إلا بتحويل الحامض الأميني - Phenyl alanine إلى Tyrosine وكذلك بالنسبة إلى Cystine حيث يمكن للجسم أنه يكونه من الحامض الأميني Methionine ويمكن للتيروسين Tyrosine أن يحل محل مقررات phenyl-alanine بنسبة ٥٠% وكذلك إلى Cystine يمكنه أن يحل محل Methionine بنسبة ٣٠%.

والأحماض الأمينية غير الأساسية تكون حوالى ٤٠% من أنسجة لجسم البروتينية ووجودها فى الغذاء توفر الأحماض الأمينية الأساسية للقيام

بوظائفها. فالأحماض الأمينية غير الأساسية تمد الجسم بالنيتروجين اللازم لعمل مركبات نيتروجينية في الجسم، وقد أظهرت التجارب أن التغذية على الأحماض الأمينية الأساسية فقط أدى إلى أن سرعة النمو كانت أبطأ منها في حالة التغذية على كل من الأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية، وأصبح الاهتمام الآن أن تكون هناك نسبة بين الأحماض الأمينية الأساسية في الغذاء. ولقيام الأحماض الأمينية بوظيفة البناء لا بد من وجود كل الأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية معاً في وقت واحد وبالكميات اللازمة في مكان تخليق البروتين. فإذا كانت الأحماض الأمينية الأساسية موجودة في الغذاء فإن تخليق البروتين يتوقف على السرعة التي يكون بها الجسم الأحماض الأمينية غير الأساسية.

والفرق بين الأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية هو عدم مقدرة الجسم على تكوين الهيكل الكربوني للأحماض الأمينية الأساسية ويجب ألا تقلل من أهمية الأحماض الأمينية غير الأساسية بيولوجياً حيث أن نقص الأحماض الأمينية غير الأساسية يحد من تكوين البروتينات المطلوبة في الجسم.

بالنسبة لدور الحمض الأميني هيسنتين في البالغين فهو يقوم بتكوين مادة الهستامين اللازمة لتنشيط المعدة كي تفرز العصير المعدي اللازم للهضم كما عرف أهميته بالنسبة لحالات مرضية معينة مثل التهاب المفاصل Rheumatoid arthritis وحالة البولينا Uremia لكبار السن. ويعتبر الحمض الأميني هيسنتين أساسياً للأطفال.

تركيب الأحماض الأمينية Amino acid Composition

يؤدي ارتباط الأحماض الأمينية ببعضها — بواسطة الروابط الببتيدية — إلى تكوين التركيب الأولي للبروتين Primary Structure. ويؤثر تكوين

الأحماض الأمينية في طبيعة التركيب الثانوى والثالثى للبروتين Secondary and tertiary، وهى عوامل هامة تؤثر - بالتالى - فى الصفات الوظيفية لبروتينات الأغذية وسلوكها خلال عمليات التصنيع الغذائى المختلفة. ومن ضمن العشرين حامضاً أمينياً المعروفة.. توجد ثمانية منها فقط تعد ضرورية لتغذية الإنسان. وتؤثر كمية هذه الأحماض الأمينية الضرورية الموجودة فى البروتين ومدى الاستفادة منها على القيمة الغذائية للبروتين. وعموماً فإن القيمة الغذائية للبروتينات الحيوانية أعلا منها فى البروتينات النباتية نظراً لاحتوائها على كل الأحماض الأمينية الأساسية بينما ينقص أو يغيب بعض الأحماض الأمينية فى بعض البروتينات النباتية فمثلاً بروتين الحبوب ينقصه الليسين وبروتين البقول ينقصه الميثاثونين. ويمكن زيادة القيمة الغذائية للبروتينات النباتية، إما بخلطها ببعضها وإما عن طريق التحسين الوراثى خلال تربية النباتات. ويوضح جدول (٢-١٠) تكوين الأحماض الأمينية لبعض البروتينات الحيوانية والنباتية المختارة.

ويعد بروتين البيض من أعلى البروتينات جودة لذا فإن قيمته الغذائية nutritive value تساوى ١٠٠. وعلى ذلك.. فإن لبروتين البيض تستخدم بكثرة كبروتين مرجعى لتقدير قيمة البروتينات الأخرى وعموماً فإن بروتينات الحبوب والبقول ينقصها فى المرتبة الأولى الليسين، وفى المرتبة الثانية يختلف بين الثريوثين والتربتوفان (جدول ٢-١١).

بالنسبة للخضروات مثل البطاطس والخضروات فإن كمية البروتين الموجودة فى البطاطس صغيرة. إلا أنها عالية القيمة الغذائية تقترب من قيمة بروتين البيض الكامل.

جدول (٢-١٠): محتوى الأحماض الأمينية لبعض الأغذية المختارة
(ملح/ جرام نيتروجين كلي)

الأحماض الأمينية	نجم بقرى	لين	بيض	قمح	بصلة	ذرة
ليزوليوسين	٣٠.١	٣٩٩	٣٩٣	٢٠.٤	٢٦٧	٢٣٠
ليوسين	٥٠.٧	٧٨٢	٥٥١	٤١٧	٤٢٥	٧٨٣
ليسين	٥٥.٦	٤٥٠	٤٣٦	١٧٩	٤٧٠	١٦٧
ميثيونين	١٦.٩	١٥٦	٢١.٠	٩.٤	٥٧	١٢.٠
سستين	٨.٠	-	١٥٢	١٥٩	٧.٠	٩٧
فينيل ألانين	٢٧.٥	٤٣.٤	٣٥.٨	٢٨.٢	٢٨.٧	٣٠.٥
ثيرونين	٢٢.٥	٣٩.٦	٢٦.٠	١٨.٧	١٧.١	٢٣.٩
ثريونين	٢٨.٧	٢٧.٨	٣٢.٠	١٨.٣	٢٥.٤	٢٢.٥
فالين	٣١.٣	٤٦.٣	٤٢.٨	٢٧.٦	٢٩.٤	٣٠.٣
أرجنين	٣٩.٥	١٦.٠	٣٨.١	٢٨.٨	٥٩.٥	٢٦.٢
هستادين	٢١.٣	٢١.٤	١٥.٢	١٤.٣	١٤.٣	١٧.٠
ألانين	٣٦.٥	٢٥.٥	٣٧.٠	٢٢.٦	٢٥.٥	٤٧.١
حمض الأسبارتك	٥٦.٢	٤٢.٤	٦.٠	٣.٠	٦.٨	٣٩.٢
حمض الجلوتامك	٩.٥	١١.٥	٧.٩	١٨.٦	١٠.٩	١١.٨
جليسين	٣.٤	١.٤	٢.٧	٢.٤	٢.٣	٢٣.١
برولين	٢٣.٦	٥١.٤	٢٦.٠	٦٢.١	٢٤.٤	٥٥.٩
سيرين	٢٥.٢	٣٤.٢	٤٧.٨	٢٨.١	٢٧.١	٣١.١

جدول (٢-١١): الأحماض الأمينية الضرورية الناقصة في بروتينات بعض الحبوب.

الحبوب	الحامض الأميني الأول الناقص	الحامض الأميني الثاني الناقص
القمح	ليسين	ثريونين
الذرة	ليسين	تربتوفان
الأرز	ليسين	ثريونين
السورجم	ليسين	ثريونين

القيمة الغذائية لبروتينات الغذاء:

يستعمل مفهوم القيمة الغذائية nutritive value ليشير إلى نسبة النتروجين المحتجز في الجسم ويستعمله الفرد للمحافظة على حياته والنمو وتعتمد القيمة الغذائية لبروتينات الغذاء لدرجة كبيرة على نوعية وكمية محتواها من الأحماض الأمينية. فمثلاً البروتينات التي لا تحتوي على كل الأحماض الأمينية الأساسية أو التي تحتوي على كميات غير كافية من الأحماض الأمينية الأساسية تعتبر ذات قيمة غذائية منخفضة. بروتينات أقل في قيمتها الغذائية من تلك التي تمد الجسم بكل احتياجاته من الأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية واللازمة لعمليات البناء anabolism والصيانة.

تقسم البروتينات لذلك إلى بروتينات عالية القيمة الغذائية وبروتينات منخفضة القيمة الغذائية وذلك على أساس قدرتها على إمداد الكائن الحي بكل الأحماض الأمينية اللازمة لتكوين أنسجة الجسم ومركباته المختلفة علاوة على ذلك فإن قابلية البروتين للهضم وانطلاق الأحماض الأمينية من العوامل المؤثرة في القيمة الغذائية للبروتين فلا بد أن يهضم البروتين لتحرير الأحماض الأمينية حتى يمكن امتصاصها في تيار الدم واستخدامها في التمثيل الغذائي. بينما الجزء الباقي يبقى على صورة جزيئات بروتين غير مهضومة أو على صورة عديدة الببتيد Polypeptide متحللة جزئياً وهي تخرج من الجسم دون الاستفادة منها. كما أن عمليات تجهيز وإعداد الغذاء والمعاملات الحرارية من الطبخ Cooking وخبز Baking ، شى Grilling تؤثر تأثيراً ملحوظاً على قابلية البروتين للهضم. فالحرارة الزائدة Overheating خاصة في غياب الماء (كالحرارة الجافة Dry heat والتحمير Frying) يمكن أن تخفض القيمة الغذائية بتكسير الأحماض الأمينية التربتوفان والميثايونين و Lysine التي تتأثر بسرعة بالحرارة أو قد ترتبط

بروابط كيميائية لا تتأثر بفعل الإنزيمات الهاضمة. أو تتحد المجموعة الأمينية للحامض مع المجاميع المختزلة للسكريات أثناء الخبز أو القلي في تفاعل ميلارد maillard.

وعلى النقيض مما سبق فإن الطبخ باستعمال الماء والحرارة المناسبة يعمل على دفرة البروتين وتخثره ويصبح أسهل هضماً وقد تنطلق بعض الأحماض الأمينية فيسهل امتصاصها وبذلك تزيد القيمة الغذائية للبروتين.

ويعتبر بروتين البيض الأعلى في قيمته الغذائية من حيث إحتائه للبناء والصيانة وكذلك بروتين اللبن وخصوصاً الكازينوبروتين اللحم والدجاج والسمك وهذه تمد الجسم بالأحماض الأمينية الأساسية اللازمة للنمو الطبيعي والصيانة إذا ما أعطيت بالكميات المناسبة. وعلى النقيض نجد أن الجيلاتين وإن كان من البروتينات الحيوانية إلا أن بروتين ناقص حيث لا يستطيع أن يمد الجسم ببعض الأحماض الأمينية الأساسية خصوصاً Tryptophan, valine كما أنه يحوى كميات غير كافية من الأحماض الأمينية نصف الأساسية التيروسين Tyrosine و Cystine. وعلى ذلك فالجيلاتين لا يستطيع أن يحدث النمو الطبيعي والصيانة إذا اعتمد عليه كمصدر وحيد للبروتين حتى ولو قدم بكميات زائدة. ويمكن تصحيح هذا النقص بإضافة الأحماض الأمينية الغائبة بكميات مناسبة.

ويعتبر بروتين المكسرات وفول الصويا من البروتينات النباتية ذات الجودة المناسبة وإن كانت قد تحتوى على كل الأحماض الأمينية الأساسية إلا أن بعضها مثل الميثايونين غير كاف كما فى بروتين البقول وكذلك بروتين الحبوب فينقصه اللايسين وفى بعض الحالات ينقصه الثريونين والترينوفان ولذا لا يمكن الاعتماد على هذه البروتينات كمصدر أساسى ووحيد فى الوجبة الغذائية. مثل هذه البروتينات النباتية غير الكاملة لابد وأن

تكمل بأغذية أخرى تعوض الغائب من الأحماض الأمينية أو تعوض النقص الموجود فى كميات بعضاً.

وفى الحقيقة يمكن الاعتماد كلية على خليط من البروتينات النباتية كمصدر وحيد للبروتين فى الغذاء إذا ما أحسن اختيار بروتينات نباتية ذات تركيب مختلف تكمل بعضها البعض بحيث تغطى الاحتياجات الكاملة من الأحماض الأمينية الأساسية مثل خلط بروتين الحبوب مع بروتين البقول كما فى الكشوى أو خلط بروتين اللبن مع الدقيق عند إعداد المخبوزات أو الأرز واللبن أو المكرونة بالبشميل. كما يمكن إضافة الأحماض الأمينية الناقصة ولكنها غالية الثمن.

أهمية البروتين:

- ١- بناء الأنسجة وتجديدها.
- ٢- بناء الإنزيمات والهرمونات والأجسام المضادة.
- ٣- ينظم انتقال الماء فى الجسم والمحافظة على الضغط الأسموزى.
- ٤- نقل العناصر الغذائية.
- ٥- يحفظ درجة حموضة الجسم مناسبة وصيانة التفاعلات الحيوية بالأنسجة.
- ٦- البروتين مصدر للطاقة فى حالة نقص مصادر الطاقة الأخرى وهى الكربوهيدرات والدهون - ويعطى الجرام الواحد من البروتين ٤ سعرات ولكن استخدام البروتين فى توليد الطاقة يعتبر غير اقتصادى حيث أن الأغذية البروتينية غالية الثمن - علاوة على أنه يجهد الجسم للتخلص من المواد الضارة التى تتكون فى الجسم.
- ٧- تدخل بعض الأحماض الأمينية فى بناء أحماض الصفراء والهيوجلوبين وبعض المركبات اللازمة للهضم كما تقوم بعض الأحماض الأمينية فى إخراج المواد الضارة التى تتكون فى الجسم.

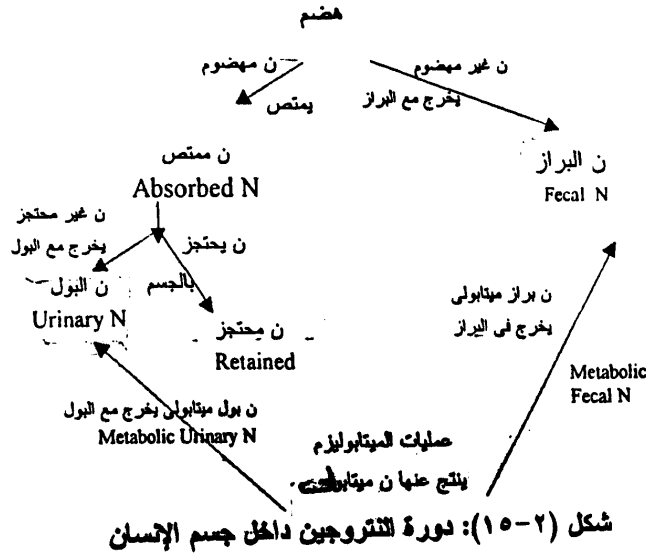
تقدير القيمة الغذائية للبروتين Evaluation of Protein Quality

كانت هناك محاولات خلال الخمسة وعشرين سنة الماضية لقياس القيمة الغذائية للبروتين، وقد صممت كثير من التجارب التي تقيس القيمة الغذائية للبروتين كمحاولات لحل بعض المشكلات الخاصة في هذا المجال. فهناك إختلاف في القيمة الغذائية للبروتينات التي يوجد بها محتوى متشابه من الأحماض الأمينية. ويمكن قياس القيمة الغذائية للبروتين إما بطرق حيوية أو كيميائية وتتميز الطرق الحيوية بأنها دقيقة حيث أنها تعطي نتائج أقرب للواقع نظراً لإجرائها على كائنات حية. وتكاليفها منخفضة نسبياً وسهلة الإجراء ولا تحتاج عند تنفيذها إلى مؤهلات عليا كما أنه يمكن عن طريق إستخدام الحيوان التأكد من خلو الغذاء من أى مادة ضارة أو سامة قبل إستخدامها في غذاء الإنسان. إلا أن تصميم التجارب هو الذى يحتاج إلى مؤهل خاص وخبرة لوقت طويل نسبياً حتى يمكن الحصول على نتائج.

أما بالنسبة للطرق الكيميائية فإنها تتميز بأنها سريعة ويفضل إستخدامها قبل الطرق الحيوية حيث تستعمل نتائجها في تصميم التجارب إلا أنها باهظة التكاليف وتحتاج خبرة وتأهيل عالى كما أن النتائج قد تكون مختلفة عن الواقع نظراً لأن تحليل الغذاء في المعمل يختلف عن تحليل الغذاء داخل الجسم.

إن دراسة القيمة الغذائية للبروتين تعنى دراسة قدرة البروتين على إحداث النمو أى تقدير كمية البروتين المحتجز داخل الجسم وهذا يتطلب تقدير البروتين المتناول. عندما يتناول الفرد بروتين الغذاء فإنه يمر بعملية الهضم أما الجزء غير المهضوم فإنه يخرج خارج الجسم مع البراز بينما يمتص الجزء المهضوم ليستخدمه في البناء، كما يخرج الجزء الممتص الذى لم يستخدمه في البناء مع البول.

وعادة تتبع طريقة كلداهل Kjeldahl لتقدير البروتين عن طريق النيتروجين وحسب ما سبق فإن الفرق بين نيتروجين الغذاء والنيتروجين الموجود في البراز Fecal Nitrogen يمثل النيتروجين الممتص، والفرق بين النيتروجين الممتص والنيتروجين الخارج في البول يمثل النيتروجين المحتجز في الجسم. ولكن يلاحظ أن النيتروجين الخارج من البراز ليس مصدره الغذاء كله فهناك مصادر داخل الجسم لنيتروجين البراز مثل نيتروجين العصارات الهاضمة غير الممتصة وكلذا نيتروجين الغشاء المخاطي المبطن الأمعاء وهذا النيتروجين الذي يخرج مع البراز يعرف باسم نيتروجين البراز الميثابولي Metabolic fecal nitrogen وبالنسبة للنيتروجين في البول، فليس مصدره الغذاء فقط، بل أن له مصادر داخلية في الجسم مثل النيتروجين الناتج من الأنسجة الداخلية للجسم نتيجة تجديدها، ويخرج هذا النيتروجين في البول ويسمى نيتروجين البول الميثابولي Urinary metabolic nitrogen ولتقدير النيتروجين الخارج في البراز والبول ويكون مصدره الغذاء، يعطى الفرد غذاء خال من النيتروجين Nitrogen- free diet لمدة كافية ثم يقدر النيتروجين في البراز، والبول الذي هو بالتأكيد مصدره الجسم، ومنه يمكن تقدير النيتروجين الخارج في البراز والبول ومصدره الغذاء ويوضح شكل (٢-١٥) دورة النيتروجين داخل جسم الإنسان.



الاختبارات الحيوية BIOLOGICAL TEST

يمكن قياس القيمة الغذائية باتباع الاختبارات الحيوية ولو أنه يفضل إجراء التجارب على الإنسان سواء كان طفلاً أو بالغاً إلا أن التجارب المبدئية تجرى على حيوانات نامية بالغة حسب الغرض من التجربة، وتصمم الوجبات الغذائية التي تقدم للحيوان على أن يكون بروتين الغذاء هو المصدر الوحيد للبروتين، وأن تحتوي الوجبات على جميع العناصر الغذائية الأخرى اللازمة للحيوان من ناحية الكم ومن ناحية النوعية أو الكيف يلى ذلك دراسة قدرة البروتين على إحداث النمو والصيانة حسب الغرض من التجربة، ولا زالت هذه الطرق فى حاجة إلى المزيد من الدراسة حيث أنه لم يتم الإتفاق بعد على أحسن الطرق لقياس القيمة الغذائية للبروتين ومن هذه الطرق:-

أولاً: نسبة كفاءة البروتين (PER) Protein Efficiency Ratio

وهى من الطرق التى تعتبر سهلة فى إجرائها، وتستخدم على نطاق واسع وهى عبارة عن إيجاد قيمة الزيادة فى وزن الحيوان النامى موضع التجربة ثم نقسم هذه الزيادة على عدد جرامات البروتين التى تناولها أى:

$$\text{نسبة كفاءة البروتين} = \frac{\text{الزيادة فى وزن الحيوان بالجرام}}{\text{وزن البروتين المتناول بالجرام}}$$

وتختلف سرعة نمو الحيوان باختلاف كمية الغذاء المتناول حسب جنس الحيوان (ذكر أم أنثى) وعمره، وطول مدة التجربة... وعادة تجرى التجربة على ذكور فيران نامية لمدة ٤ اسابيع، وأن يحتوى الغذاء على بروتين بنسبة من ٩ - ١٠%. وهناك بعض الاعتراضات على إستعمال هذه الطريقة، حيث أن كفاءة البروتين تختلف باختلاف نسبة البروتين فى الغذاء، وبالإضافة إلى ذلك فإن الزيادة فى وزن الحيوان لا ترجع إلى تكوين أنسجة بروتينية فقط، بل هناك زيادة فى الوزن نتيجة تكوين دهون ... إلخ.

وحيث أن كفاءة البروتين تختلف باختلاف مستوى البروتين في الغذاء فإن درجة كفاءة البروتين التي تم الحصول عليها من الظروف المقننة للتجربة السابقة الذكر، لا تساعد على معرفة جودة البروتين عند تقديمه كغذاء للأطفال، علاوة على أن حاجة الفيران للبروتين من أجل الصيانة أكثر من حاجتها للنمو، وهذا عكس متطلبات الطفل، كما أن هذه الطريقة لا تأخذ في الاعتبار البروتين اللازم للصيانة، مع ملاحظة أن البروتين المتناول الذي يزيد عن صيانة الجسم هو الذي يستعمل في النمو.

وعند قياس كفاءة البروتين على الأطفال فإنه يتبع قياس الزيادة في الطول والوزن باستخدام المنحنى القياسي للأطفال والأوزان المناسبة، ولكي يؤخذ في الاعتبار أن هذه الطريقة لا توضح التغير في أجزاء الجسم المختلفة خصوصاً بالنسبة للدهن والماء، كما أنه يصعب تقدير النمو الأعظم إلا أن قياس النمو بهذه الطريقة لازال من الطرق الشائعة الإستعمال.

ثانياً: صافي إحتجاز البروتين (NPR) Net Protein Retention

عند إستخدام هذه الطريقة تجرى تجربتان على مجموعتين من الحيوانات النامية المتماثلة - تعطى للمجموعة الأولى الغذاء المحتوى على البروتين التجريبي ويعطى المجموعة الثانية غذاء خالى من البروتين Protein free وتراعى في التجريبتين الشروط سابقة الذكر ونفس الخطوات ثم نقدر متوسط الزيادة بالجرام في وزن الحيوانات في التجربة الأولى ويضاف إليها متوسط النقص بالجرام في وزن الحيوانات في التجربة الثانية ويقسم على البروتين المتناول بالجرام في المجموعة الأولى.

متوسط الزيادة في وزن الحيوان + متوسط النقص في وزن الحيوان في التجربة الثانية

كمية البروتين المتناول في التجربة الأولى

وهذه الطريقة تعطى نتائج أدق من PER لأنها تأخذ في الاعتبار قدرة البروتين على الصيانة.

ثالثاً: القيمة الحيوية (BV) Biological Value

يعتبر Karl Thomas (١٩٠٩) أو من إستعمل هذا التعبير لقياس قدرة البروتين على إحداث الصيانة في الفرد البالغ، إلا أن Mitchell (١٩٤٢) أدخل تغييراً جذرياً في هذه الطريقة لقياس قدرة البروتين على إحداث النمو والصيانة. أى أن القيمة الحيوية التى صاغها Mitchell عبارة عن النسبة المئوية للنيتروجين المحتجز Retained في الجسم بالنسبة للنيتروجين الممتص Absorbed أى

$$\text{القيمة الحيوية} = \frac{\text{النيتروجين المحتجز}}{\text{النيتروجين الممتص}} \times 100$$

لحساب القيمة الحيوية حسب فكرة Mitchel فإنها تساوى

$$100 \times \frac{\text{نيتروجين الغذاء - نيتروجين البراز مطروحاً منه نيتروجين البول الممتص}}{\text{نيتروجين البراز الممتص - نيتروجين البول مطروحاً منه نيتروجين البراز الممتص}}$$

يلاحظ أن طريقة القيمة الحيوية (BV) لا تأخذ في الاعتبار النيتروجين المفقود أثناء عملية الهضم وأيضاً نتيجة إكمال عملية الامتصاص.

رابعاً: صافي استخدام البروتين (NPN) Net Protein Utilization

تمثل النسبة المئوية للبروتين المحتجز من البروتين المتناول في الغذاء

$$100 \times \frac{\text{النيتروجين المحتجز}}{\text{النيتروجين المتناول في الغذاء}}$$

$$100 \times \frac{\text{نيتروجين الغذاء - نيتروجين البراز مطروحاً منه نيتروجين البول الممتص}}{\text{نيتروجين البراز الممتص - نيتروجين البول مطروحاً منه نيتروجين البراز الممتص}}$$

وهذه الطريقة تقيس قيمة البروتين الحيوية ومعامل الهضم لأنها تأخذ في الاعتبار النيتروجين المفقود أثناء الهضم ونتيجة عدم إكمال عملية الإمتصاص أى أنها ناتج عن القيمة الحيوية (BV) ومعامل الهضم Coefficient of Digestibility ويمكن تقديرها أيضاً من القيمة الحيوية BV × معامل الهضم. وتجدر الإشارة إلى تعريف معامل الهضم الظاهري ومعامل الهضم الحقيقي.

$$\text{معامل الهضم الظاهري} = \frac{\text{النترجين المتناول في الغذاء} - \text{النترجين الخارج في البراز مطروحاً}}{\text{النترجين المتناول في الغذاء}} \times 100$$

أما معامل الهضم الحقيقي True Coefficient Of Digestion فهو يساوي

$$\text{معامل الهضم الحقيقي} = \frac{\text{النترجين المتناول في الغذاء} - \text{النترجين الخارج في البراز مطروحاً منه نترجين البراز الميتابولي}}{\text{النترجين المتناول في الغذاء}} \times 100$$

وعند تقدير صافي إستخدام البروتين يجب أن تكون كمية الطاقة المتولدة عن الغذاء مناسبة للفرد حتى لا تقل مقدرة البروتين الغذائية وإذا أجريت تحت ظروف مقننة فإنها تسمى صافي إستخدام البروتين المقننة NPU st.

خامساً: التوازن النيتروجيني Nitrogen Balance

يعرف التوازن النيتروجيني بأنه الفرق بين النترجين المتناول في الغذاء ومجموع النيتروجين الخارج في البول والبراز، فإن كان النترجين الداخل يساوي النيتروجين الخارج، فإنه يكون هناك ما يطلق عليه: التوازن النيتروجيني المتعادل Equilibrium وهذه الحالة تدل على أن البروتين الموجود في الغذاء يكفي للقيام بأعمال الصيانة، وعندما يكون التوازن النيتروجيني موجبا Positive Nitrogen Balance فإنه يدل على أن الفرد احتجز النيتروجين

فى جسمه لبناء أنسجته كما يحدث فى حالة النمو أو فى حالة الشفاء من بعض الأمراض أما إذا كان النيتروجين الداخلى أقل من النيتروجين الخارج فإنه يكون هناك ما يطلق عليه بالتوازن النيتروجينى السالب Negative Nitrogen balance ومعناه أن الفرد يفقد النيتروجين من أنسجته ويقل وزنه، وهذا يدل على أن البروتين غير كاف كماً ونوعاً (أو بعد الإصابة أو بعد العمليات الجراحية). وطريقة التوازن النيتروجينى هى الطريقة الأساسية المتبعة لتقدير إحتياج الفرد من البروتين كما يستعمل كثيراً فى المستشفيات فى الخارج لمعرفة هل يفقد الفرد وزنه أم يزيد نتيجة إتباع وجبات خاصة.

وبلاحظ أنه فى بعض الحالات يكون الفرد فى حالة توازن نيتروجينى موجب ولكن بعض الأنسجة يزيد فيها النيتروجين أكثر من الأخرى، كما أن حالة التوازن النيتروجينى لا توضح على وجه الدقة أن كل نسيج قد أخذ ما يلزمه من النيتروجين.

الاختبارات الكيميائية Chemical Tests

بدأت الإختبارات الكيميائية فى تقدير القيمة الغذائية للبروتين بعد أن تم إكتشاف الحامض الأمينى ثريونين Threonine عام ١٩٣٥. والطرق الكيميائية طرق سريعة تجرى فى المعمل وتستعمل نتائجها كثيراً فى تصميم الأغذية التجريبية المستعملة فى الإختبارات الحيوية لتقدير قيمة البروتين ويلاحظ أنها لا تغنى عن الإختبارات الحيوية. وتعتمد هذه الطريقة على تقدير محتوى البروتينات والأحماض الأمينية الأساسية ميكروبيولوجيا Microbiological أو كروماتوجرافيا Chromatographic أو أنزيميا Enzymatic ثم يقارن محتوى الأحماض الأمينية فى بروتين جيد مثل بروتين البيض أو اللبن ويسمى بالبروتين المرجعى بمحتوى البروتين المراد دراسته ويسمى البروتين المختبر.

ولحساب الدرجة الكيميائية لبروتين ما (البروتين المختبر) فإنه يتم تقدير الأحماض الأمينية الأساسية في كل من البروتين المختبر والبروتين المرجعي ثم تحسب النسب المئوية لكل حامض أميني أساسي في البروتين المختبر بالنسبة لمثيله في البروتين المرجعي، أقل هذه النسب المتحصل عليها عبارة عن الدرجة الكيميائية ويسمى الحامض الأميني الموجود بأقل نسبة في البروتين المختبر بالحامض الأميني الحدي الأول The first limiting amino acid والحامض الأميني الذي يليه هو الحامض الأميني الحدي الثاني The Second Limiting amino acid.

وجود البروتينات في الأغذية:

توجد البروتينات في كل من الأغذية الحيوانية والأغذية النباتية وتتميز البروتينات الحيوانية المصدر بأنها ذات قيمة غذائية مرتفعة حيث أنها تحتوي على كل الأحماض الأمينية الضرورية باستثناء الجيلاتين حيث أنه ينقصه الحامض الأميني تربتوفان بينما تتميز البروتينات النباتية بانخفاض قيمتها الغذائية لعدم احتوائها على جميع الأحماض الأمينية الضرورية. وتعتبر اللحوم والبيض والألبان ومنتجاتها من المواد الغنية في البروتينات يليها البقوليات ثم الخبز أما معظم الخضروات والفاكهة فتعتبر أغذية فقيرة في محتواها من البروتين كما وإن كان جيداً نوعاً. ومن الأغذية التي لا تحتوي على بروتين السكريات والدهون والزيوت. ويوضح جدول (٢-١٢) محتوى بعض الأغذية من البروتين.

ويقدر البروتين في الغذاء كيميائياً في صورة نتروجين بطريقة كداهل Kjeldahl ثم يضرب الناتج في معامل التحويل ٦,٢٥ على أساس أن البروتين يحتوي على ١٦%.

جدول (٢-١٢): محتوى بعض الأغذية من البروتين

الغذاء	البروتين جم/١٠٠ جم	الغذاء	البروتين جم/١٠٠ جم
فول جاف	٢٥	خبز بلدى	٨
فاصوليا جافة	٢٣	خبز أبيض	٨
عدس جاف	٢٤	قمح	١٢
فول سودانى	٢٦	أرز	٧
دجاج	١٩	نرة شامية	٩
بيض	١٣	فول أخضر	٥,٢
سمك	١٩	سبانخ	٢,٨
جبين جاف	٢٧	بلح	٠,٩
جبين طرى	١٦	تفاح	٠,٣
لبن بقرى	٣	جزر	١,٠
زبد	١	طماطم	٠,٨

المقررات الغذائية:

يحتاج الفرد إلى بروتين بمعدل ٠,٥ جم/ كجم من وزن الشخص.
بحيث تفى الوجبة باحتياجات الفرد من الطاقة وأن يكون البروتين ذا قيمة غذائية، فمثلاً شخص وزنه ٧٠ كجم فإنه يحتاج إلى ٣٥ جم بروتين، إما إذا كان البروتين منخفضاً في قيمته الغذائية فيجب أن يزداد هذا الرقم حسب نوع البروتين وعادة يوصى برفعه إلى ٠,٨ جم بروتين / كجم من وزن الجسم.

كما يمكن عمل تصحيح لذلك باستخدام المعادلة الآتية:

$$\frac{\text{كمية البروتين الجيد} \times \text{قيمته الغذائية}}{\text{قيمة البروتين المتناول}}$$

فإذا كانت القيمة الغذائية للبروتين المتناول هي ٧٠% فإن كمية البروتين التى يحتاجها هذا الشخص $= \frac{١٠٠ \times ٣٥}{٧٠} = ٥٠$ جم

وتختلف الاحتياجات للأطفال والمراهقين بين ٢٢ - ٥٤ جم بروتين حسب السن والوزن. وعموماً احتياج الأطفال للبروتين في مرحلة النمو يفوق احتياج الفرد البالغ. ويصل احتياج الطفل الرضيع للبروتين بالنسبة لكل كجم من وزن الجسم إلى خمسة أمثال احتياج الفرد البالغ.

كما يزداد احتياجات السيدة من البروتينات إلى ٧٦ جم بروتين يومياً خلال النصف الثاني من فترة الحمل وإلى ٦٦ جم بروتين يومياً خلال فترة الرضاعة.

نقص البروتين:

إن النقص في تناول البروتينات والنقص في السعرات المتناولة أو تناول بروتينات منخفضة القيمة الغذائية، تعتبر حالياً بلا شك المشكلة الرئيسية لسوء التغذية في العالم. ولما كان البروتين هو المادة التي تلعب الدور الحيوي في جميع العمليات الحيوية لذلك تظهر أعراض نقص البروتين في الإنسان المختلفة وهي ليست بالضرورة ذات أعراض نوعية أو متخصصة. والأعراض المبكرة لنقص البروتين هي: نقص الوزن، الخمول والأعياء Lassitude سرعة الشعور بالتعب، تناقص المقاومة للأمراض، تشنجات... ويحدث في الأطفال بطء النمو والتقزم.

وباستمرار تناقص البروتين في الغذاء تحدث أحياناً أعراض أكثر تخصصاً فيقل مستوى البروتين في الدم (بما في ذلك الهيموجلوبين) ويحدث الأنيميا والاستقاء وتلف الكبد، و الأنيميا ليست نتيجة مباشرة ونهائية لنقص البروتين Hypoproteinemia ولكن نتيجة تغير الضغط الأسموزي فتنتقل السوائل داخل الأنسجة فقط، تتداخل بعض الهرمونات مع عمليات أدرار البول Diureses وإفراز السوائل في الجسم كما يتأثر الغشاء المخاطي المبطن للأمعاء والغدد التي تفرز الانزيمات الهاضمة فيتأثر هضم

وامتنصاص الغذاء لصاحب الفرد بالاسهال وتقل قدرة الكبد على تكوين الألبومين فنشر الماء في الأنسجة والأرجل وتصبح الحركة.

وتلف الكبد نتيجة استهلاك بروتينات الكبد القابلة للتحرك ويصحب ذلك ازدياد في الحساسية للجروح المسممة وتغير في وظائف الكبد مع تجمع الدهون في برنشيمة الكبد ومع استمرار تجمع الدهون تتحطم الأنسجة البرانشيمية في الكبد ويحل محلها ألياف فتتليف الكبد Cirrhosis.

وقد يصاحب أمراض سوء التغذية البروتينية خصوصاً في الأطفال نقص في الطاقة وعند دراسة نقص البروتين والسعرات الحرارية Protein Energy Malnutrition (PEM) نجد أنها تتدرج مثلما يتدرج الطيف الضوئي فتبدأ بمرض نقص البروتين مع السعرات مع عناصر أخرى وتعرف باسم مراسمي Marasmas في أحد أطراف الطيف وتنتهي في الطرف الآخر بحالة نقص البروتين الكمي والنوعي المعروفة بمرض الكواشيوركور Kwashiorkor وتقع بينها حالات مختلفة من نقص البروتين والسعرات مع عناصر أخرى ويطلق عليها الكواشيوركور المراسمي Marasmic Kwashiorkor.

الباب الثالث

المضم والإمتصاص والميتابوليزم

الباب الثالث

المضم والامتصاص والميتابوليزم

DIGESTION, ABSORPTION AND METABOLISM

يتكون جسم الإنسان الحى من الخلايا Cell وهى أصغر وحدة بناء وتتجمع الخلايا معاً مكونة الأنسجة Tissue والتي تكون بدورها الأجهزة System وتتكامل أجهزة الجسم المختلفة للقيام بالوظائف البيولوجية المختلفة. تتم الاستفادة من الغذاء المتناول عن طريق التناقص بين جميع أجهزة الجسم. تبدأ دورة الطعام فى الجسم بتناوله عن طريق الفم حيث يمر بالجهاز الهضمى فيهضم ويتم امتصاصه وتنقل عناصره المهضومة عبر الدورة الدموية إلى الكبد وأنسجة الجسم الأخرى حيث تجرى عمليات هدم وبناء وتتطلق من خلالها طاقة العناصر الغذائية. وتتكون أجسامنا من العناصر الغذائية التى نأكلها أو التى تدخل الجسم بصورة رئيسية عن طريق الغذاء، فجسم الإنسان يتشكل مما يأكله من غذاء.

تتم الاستفادة من الغذاء والحصول على العناصر الغذائية التى تحتاجها الخلايا من خلال عدة عمليات:

- ١- تناول الطعام عن طريق الفم.
- ٢- الهضم ويتم فى هذه المرحلة تحويل الطعام من صورة معقدة وجزيئات كبيرة إلى جزيئات أصغر يسهل امتصاصها.
- ٣- الإمتصاص وهى عملية نقل العناصر الغذائية المهضومة من القناة الهضمية إلى الدورة الدموية.
- ٤- نقل العناصر الغذائية من الدورة الدموية إلى الأعضاء المختلفة للاستفادة منها وذلك عن طريق الوريد البابى والأوعية الليمفاوية.
- ٥- تزويد الجسم بالأكسجين اللازم لأكسدة العناصر الغذائية المنتجة للطاقة وطرد ثانى أكسيد الكربون من خلال تبادل هذه الغازات فى الدم من وإلى الرئتين.
- ٦- عمليات الميتابوليزم وتشمل عمليات الهدم Catabolism والبناء Anabolism لإنتاج الطاقة وبناء مركبات الجسم المختلفة.

٧- التخلص من الفضلات Wastes وذلك بالتخلص من الفضلات غير المهضومة من القناة الهضمية في صورة براز والتخلص من ثاني أكسيد الكربون عن طريق الرئتين وكذلك التخلص من الماء والأملاح الزائدة وغيرها نواتج الميتابوليزم من خلال الكليتين والجلد.

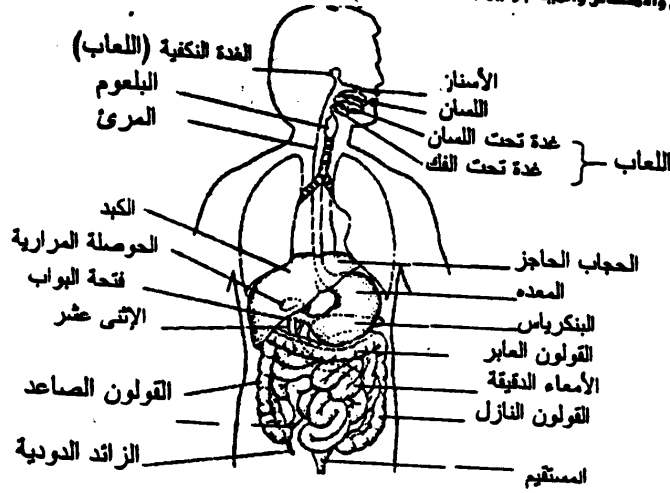
الهضم

يتكون الجهاز الهضمي من القناة الهضمية وملحقاتها (شكل ٣-١) ويبدأ بالفم والمرئ Esophagus والمعدة Stomach والأمعاء الدقيقة Small intestines والأمعاء الغليظة Large intestines ويلحق بالقناة الهضمية الكبد Liver والبنكرياس Pancreas لما لهما من دور فعال في إفراز العصارات والإنزيمات الهاضمة.

تجرى عملية هضم الغذاء بتحويله من صورة معقدة إلى مركبات وجزيئات بسيطة قابلة للإمتصاص باستثناء بعض الأغذية ذات التركيب البسيط مثل السكريات الحادية والماء وبعض الملاح المعدنية والفيتامينات فيمكن للجسم أن يمتصها مباشرة دون أن تجرى عليها أى عمليات هضم وهذا يرجع لتركيبها البسيط.

تساعد عمليات تصنيع أو طهو الغذاء مع عمليات الهضم في الاستفادة من محتوى الأغذية، فإذا احتوى الغذاء على مواد سليلوزية فإنه يتم تليينها أو تطريتها وإذا تضمن الغذاء النشا فإنه يمكن أن يحدث له تحلل جزئي أثناء التصنيع كما نلاحظ أن طهى الطعام يحسن من معدل الهضم (بياض البيض) كما يحسن من النكهة (البصل) كما تتطوق الرائحة وكذلك يظهر الطعم تظهر بوضوح في الأغذية التي يتم إعدادها وطهيها بطريقة جيدة مما يساعد ويسهل عمل إفرازات الجهاز الهضمي.

أنماط الهضم: تجرى على الأغذية منذ دخولها الفم وحتى نهاية الأمعاء الدقيقة مجموعة من العمليات يطلق عليها عمليات ميكانيكية (الهضم الميكانيكي) وأخرى عمليات كيميائية (الهضم الكيميائي).



شكل (١-٣) القناة الهضمية وملحقاتها في الإنسان

(١) المضغ الميكانيكي Mechanical digestion

يظهر الفعل الميكانيكي أثناء خطوات الهضم عندما يتم خلط أو تقطيع أو هرس الغذاء وكذلك تحريك الطعام على طول القناة الهضمية ويتم ذلك عن طريق الفم الذي يقوم بعمليات التقطيع واختزال حجم الطعام عن طريق القواطع والأسنان وهرس الطعام عن طريق الضروس وبذلك يسهل عملية البلع كما يمهّد لعمل الأنزيمات على جزيئات الطعام مما يسرع من خطوات الهضم.

كذلك نجد أن تحريك الطعام يتم من خلال حركة العضلات التي تحتوي في تركيبها على نوعين من الألياف العضلية الأولى تعمل حركة دائرية Circular والثانية في حركة طولية Longitudinal وعندما يحدث انقباض للألياف التي تعمل في حركة دائرية يؤدي ذلك إلى ضغط الطعام وخلطه وكذلك تقسيمه إلى جزيئات صغيرة وعندما يحدث انقباض في الاتجاه الطولي يعمل ذلك على تحريك كتلة الطعام ودفعها إلى الأمام في القناة

الهضمية وهناك توافق تام بين كلتا الحركتين الدائرية والطولية بحيث تؤدي إلى تواجد حركة دودية مستمرة على طول القناة الهضمية.

ومن الملاحظ أن المعدة يتأثر فعلها وإفرازاتها الهاضمة بالنواحي النفسية أو العصبية للإنسان نفسه وكذلك أسلوب وطريقة الأكل وكما أن السرعة في الأكل قد لا تمكن المعدة من القيام بواجبها ومن هنا فإنه ينصح أن يتم تقطيع ومضغ الطعام جيداً وذلك حتى يمكن أن تؤدي أجزاء الجهاز الهضمي عملها على أكمل وجه.

(٢) الهضم الكيميائي Chemical digestion

يعتبر الجانب الكيميائي للهضم مسئولاً عن تحليل الغذاء كيميائياً بواسطة الأنزيمات المختلفة وتقوم الأنزيمات بوظيفتها دون أن يتغير أو يتأثر تركيبها ويلاحظ أن التخصص في فعل الأنزيمات من أهم خصائصها الطبيعية حيث أن كل نوع معين من العناصر الغذائية له أنزيم خاص تعمل عليه فقط. بمعنى أن الأنزيمات التي تحلل الكربوهيدرات غير تلك التي تحلل البروتين وعادة يتم تسمية وتقسيم الأنزيمات بطريقة ترتبط بإسم المادة الغذائية التي يعمل عليها فمثلاً الأنزيمات التي تحلل البروتين يطلق عليها Proteases والتي تحلل الدهون يطلق عليها Lipases وهناك ارتباط واضح مع المادة التي يعمل عليها الأنزيم داخل كل مجموعة من هذه المجموعات فمثلاً أنزيم اللاكتيز يعمل على سكر اللاكتوز وأنزيم المالتيز يعمل على سكر المالتوز وهكذا. وقد يرتبط اسم الأنزيم بمكان إفرازه مثل ليبيز البنكرياس Pancreatic Lipase.

مناطق الهضم في الجسم

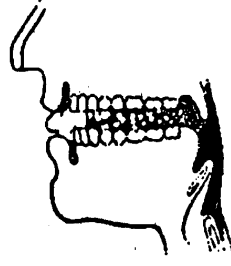
لتسهيل متابعة الأجزاء التي يتم فيها عمليات الهضم فإنه يمكن تقسيمها إلى الفم والمعدة والأمعاء الدقيقة.

(١) الهضم فى الفم:

تتم أولى عمليات الهضم فى الفم عن طريق تقطيع الطعام بالأسنان ومضغته (هضم ميكانيكى) ثم ترطيبه باللعاب (هضم كيميائى) شكل (٣-٢) ويفرز اللعاب Saliva من ثلاثة أزواج من الغدد اللعابية Salivary glands زوج من غدد تحت الفك زوج غدد تحت اللسان وزوج من الغدد النكفية ويحتوى اللعاب على أميليز اللعاب Salivary amylase أو التيالين Ptyalin وهو أول الأنزيمات الهاضمة وخصوصاً للكربوهيدرات (هضم جزئى) وإفراز الغدد النكفية مائى ويحتوى على أنزيم الأميليز بنسبة كبيرة أما غدد تحت اللسان وتحت الفك إفرازها خليط من الأميليز والمادة المخاطية التى تسمى المخاطين وتركيبها الأساس بروتين ويتم إفراز اللعاب نتيجة لفعل شرطى أو فعل منعكس والأول يعتمد على القشرة السنجابية للمخ Cerebral cortex ويحدث نتيجة التعود مثل إفراز اللعاب عند رؤية الطعام أو شم رائحته أو سماع صوت إعداد المائدة بينما إفراز اللعاب نتيجة للفعل المنعكس فيعتمد على المراكز العصبية للنخاع المستطيل وينشأ نتيجة وجود الطعام فى الفم وتعتمد كمية اللعاب المفرزة ونوعه على نوع الغذاء فعندما يحتوى الغذاء على مادة بروتينية يقل حجم اللعاب ويكون به نسبة مخفضة من أنزيم الأميليز ونسبة كبيرة من المخاطين بينما تزيد كمية اللعاب إذا كان الغذاء نشويات أو سكريات ويكون اللعاب مائياً وتكون كميته كبيرة جداً إذا كان بالفم مادة ملحية أو حامضية وذلك لمعادلة الملوحة أو الحامضية حتى لا يؤثر على الغشاء المبطن للفم، كما يساعد اللعاب على عملية البلع وكذلك يساعد على تنظيم كمية الماء بالجسم فإذا زاد فقد الماء عن طريق العرق أو البول فيقل إفراز اللعاب ويجف الحلق مما يؤدي لشعور الإنسان بالعطش فيشرب. ويتراوح حجم اللعاب الذى يفرزه الشخص البالغ السليم يومياً حوالى ١,٥ - ١ لترأ.



عملية إفراز اللعاب إستجابة لرائحة
وطعم الغذاء (هضم كيميائي)



تقطيع الغذاء لجزيئات صغيرة
عن طريق المضغ (هضم ميكانيكي)

شكل (٢-٣) هضم ميكانيكي وكيميائي للغذاء في الفم

(٢) الهضم في المعدة

يمر الغذاء بعد البلع إلى المعدة عن طريق المريء بواسطة الانقباضات الدودية Peristaltic movements حيث تقوم المعدة بعدة انقباضات تؤدي في النهاية إلى تكسير وتجزئى قطع الطعام ومزجها بالعصير المعدى مزجاً تاماً وتتأثر حركات المعدة بعدة عوامل منها:

- ١- كمية الطعام فإذا كانت وجبة الطعام كبيرة تمددت جدران المعدة وزادت من عدد حركاتها ومن قوتها أما إذا كان تمدد الجدران شديداً قلل ذلك حركات المعدة وأدى إلى عسر هضم الطعام.
- ٢- يزيد الكافيين (القهوة) والهستامين والأنسولين من حركات المعدة بينما يقلل النيكوتين (التدخين) والأثروبين ونقص فيتامين ب من هذه الحركات.
- ٣- تقل حركات المعدة عند كثرة الدهون في الوجبة الغذائية وفي حالة الألم والتعب الجسماني والفكري وعند بذل مجهود رياضي وكذلك لأسباب نفسية مثل الخوف والحزن والقلق.

إفراز العصير المعدى:

يكون إفراز العصير المعدى مستمراً ويقل هذا الإفراز عند عدم تناول الطعام ويتكون الإفراز فى هذه الحالة من الببسين الخامل ببسينوجين وقليل جداً من حمض الهيدروكلوريك وبالتالي نجد أن المعدة تحتوى دائماً على حوالى ٥٠ مل من العصير المعدى مختلطاً بالمخاطيين واللعاب ومحتويات الأنتى عشر وهناك ثلاثة أنواع من المنبهات تساعد على تنبيه وزيادة الإفراز.

١- الإفراز العصبى أو السيكولوجى حيث يزداد الإفراز فى حالة الشعور بالجوع وليس من الضروري أن يتناول الإنسان الطعام لى يحدث هذا الإفراز العصبى فيكفى رؤية الطعام أو شم رائحته (فعل شرطى) وهذا الإفراز الشرطى فى غاية الأهمية فإذا وضع الطعام مباشرة فى معدة الحيوان دون أن ينبه إلى ذلك بقى الطعام فى معدته مدة طويلة بدون هضم.

٢- الطور المعدى للإفراز ويحدث ذلك نتيجة لتمدد جدار المعدة Stomach distention فهو فعل طبيعى يحدث.

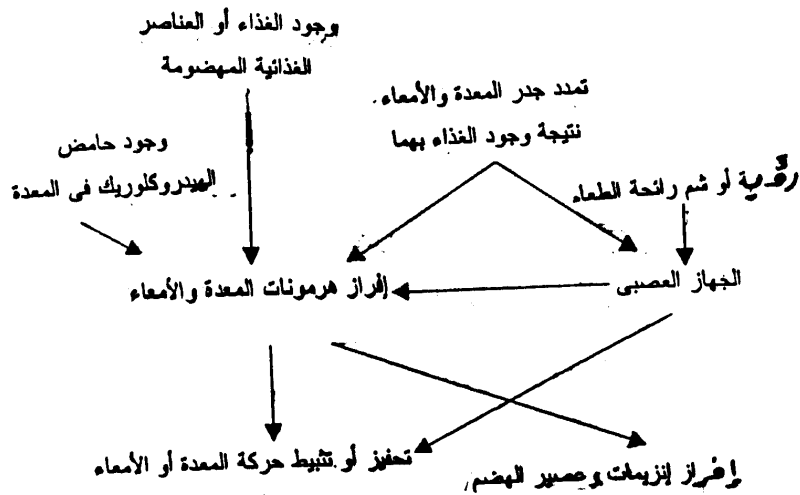
٣- التأثير الناتج عن وجود الطعام بالمعدة وهو تأثير كيمائى لنواتج هضم البروتين أو مستخلصات اللحوم حيث تشجع على إفراز هرمون الجاسترين Gastrin وهو عبارة عن عديد الببتيدات Polypeptide كما أن مادة الهستامين Histamine الناتجة عن إزالة المجموعة الكربوكسيلية للحامض المينى هسكين تؤدي إلى زيادة الإفراز المعدى. ويلخص شكل (٣-٣) العلاقة بين الجهاز العصبى وتنشيط أو تثبيط إفرازات المعدة.

تركيب العصير المعدى

العصير المعدى للشخص السليم الطبيعى سائل أصفر حامضى درجة حموضته بين ١-٢ يحتوى على ٠.٥% مواد صلبة معظمها كلوريد

الصوديوم وكلوريد البوتاسيوم والميوسين وأنزيمات الببسين والرينين والليباز. وترجع حموضة العصير المعدى لوجود حامض الهيدروكلوريك وهناك بعض الحالات المرضية تخلو فيها المعدة من حامض الهيدروكلوريك كلية وتسمى Achlorhydria وتشاهد فى حالات الأنيميا الخبيثة Pernicious anemia وسرطان المعدة Gastric carcinoma كما أن هناك حالات يكون الحامض فى المعدة ضعيفاً نتيجة لنقص إفرازه وتسمى Hypoacidity وتحدث فى بعض حالات سرطان المعدة وبعض حالات التهابات المعدة Gastritis والإمساك والأنيميا الثانوية وبعض حالات الحمل وتحت هذه الظروف يصبح الوسط مائلاً للقلوية وتكون هناك فرصة لنمو الأحياء الدقيقة وحدوث تخمرات بالمعدة.

كما توجد حالات تزيد فيها الحموضة عن الحد الطبيعي وتسمى Hyperacidity وتحدث في حالات قرحة المعدة وقرحة الاثنى عشر وبعض امراض الصفراء.



شكل (٣-٣) العلاقة بين الجهاز العصبي وتنشيط أو تثبيط إفرازات المعدة والأمعاء

وظائف حامض الهيدروكلوريك

- ١- له تأثير مطهر Antiseptic فالمعدة السليمة لا تأوى أى كائنات دقيقة حية ولا يحدث فيها تخمر أو تعفن.
- ٢- يهيئ الحامض البيئة المثلى لفعل إنزيم الببسين ولهضم البروتين حيث أن الحامض يعمل على تنشيط إنزيم الببسينوجين إلى حالته النشطة الفعالة - الببسين ويلاحظ أن إنزيم الببسين موجود فى المعدة فى صورته الخاملة حتى لا يهضم جدار المعدة فى حالة خلوها من الطعام.
- ٣- يزيد الحامض من درجة إذابة املاح الكالسيوم والحديد وبالتالي يزيد من نسبة امتصاصها.
- ٤- يحلل الحامض بعض السكريات وخاصة السكريات الثنائية تحليلاً مائياً.
- ٥- يؤثر الحامض فى خلايا الغشاء المخاطى للآنتى عشر والإمعاء الدقيقة لإفراز هرمون السكرتين Secretin الذى ينشط إفراز البنكرياس والكبد.
- ٦- ينظم الحامض عمل فتحتى الفؤاد ويفتح البواب فيمكن للمعدة أن تتخلص من الحموضة الزائدة حتى لا تؤثر على جدار المعدة أما إذا قل الحامض فإن فتحة البواب تقفل وفتحة الفؤاد تفتح ويساعد هذا على تجميع عصير المعدة فتزيد الحموضة.

أنزيمات المعدة:

- ١- الببسين: وهو أهم إنزيمات المعدة وهو من الإنزيمات البروتوليتية Proteolytic أى التى تحلل البروتينات تحليلاً مائياً وهو بفرز فى صورة غير فعالة تسمى ببسينوجين Pepsinogen تتحول إلى الصورة الفعالة ببسين بفعل حامض الهيدروكلوريك ورقم الحموضة الأمثل لفعل الببسين هو ٢ وإن كان هذا الرقم يتوقف على نوع البروتين الذى يؤثر عليه الببسين. ويحلل الببسين جميع البروتينات تحليلاً مائياً فيما عدا عدد قليل منها

وهى الكيراتينات والميوسينات والبروتامينات ويعطى نواتج هضم وسطية للبروتينات ومعها بعض الأحماض الأمينية والبيتيدات قصيرة السلسلة وهناك حالة مرضية تتميز بعدم وجود الببسين فى المعدة تسمى Achylia.

٢- **الجاستريكسين Gastricain**: وهو من إنزيمات المعدة ويعمل على تحليل البروتينات إلى بروتيازات وبيتونات وأنسب درجة حموضته له هى pH ٣,٥ وعند تناول خضروات أو لبن تقل حموضة المعدة فهذه تكون أنسب لهذا الإنزيم وتزيد نسبته فى حالة قرحة المعدة.

٣- **رنين المعدة Peptic rrinin**: وهو إنزيم ذو أهمية خاصة فى مرحلة الطفولة حيث يعمل الرنين على تحويل اللبن إلى حالة صلبة (خثرة) فيحول الكازين إلى باراكازين الذى يتحول فى وجود أيونات الكالسيوم إلى باراكازينات الكالسيوم غير الذائبة فتتكون الخثرة وهو بذلك يمنع المرور السريع للبن فى المعدة كما أن تكوين الخثرة يسهل للببسين التأثير عليها. ورقم الحموضة الأمثل للإنزيم هو ٦ - ٦,٥.

كازين ← رنين ← باركازين ← كالسيوم ← باراكازينات الكالسيوم (الخثرة)

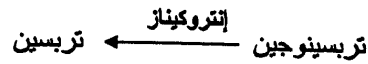
٤- **ليباز المعدة Gastric Lipase**: تأثير هذا الإنزيم ضعيف جداً فى الحموضة الزائدة فى المعدة وبالتالي فإن الدهون لا تهضم فى المعدة وقد يقوم هذا الإنزيم بالتحليل الجزئى ويمكن القول أن هذا الإنزيم عديم الفائدة فى معدة الشخص البالغ ولكنه قد يعمل فى معدة الصغار الرضع حيث يكون رقم الحموضة فى معدتهم مناسباً لعمل الإنزيم (رقم الحموضة = ٥,٤) وتختلف مدة بقاء الغذاء فى المعدة حسب نوع الغذاء وعادة يترك الغذاء المهضوم بعد حوالى ٣-٤ ساعات وتترك الكربوهيدرات المعدة أولاً ثم تليها البروتينات وأخيراً الدهون.

الهضم فى الأمعاء الدقيقة

توجد عدة مؤثرات على الهضم فى الأمعاء الدقيقة بعضها فسيولوجى والبعض الآخر كيمائى وهى إما تعمل فى وقت واحد أو على التوالي بسرعة كبيرة والمعروف أن الغذاء الذى يغادر المعدة له فعل حامض ويدخل الأثنى عشر محدثاً تأثيراً حمضياً فيه ولكن يحدث فى نفس الوقت تأثير قاعدى بفعل الصفراء وعصير البنكرياس ثم الإفرازات المعوية فكلها تقذف فى الأمعاء فى نفس الوقت تقريباً ويصبح الأثر النهائى لكل ذلك قاعدياً فيقف فعل العصير المعدى.

عصير البنكرياس يخضع إفراز عصير البنكرياس لتأثيرين أولهما شرطى ويبدأ بعد تناول الطعام مباشرة أما التأثير الثانى على إفراز البنكرياس فهو هرمونى حيث تفرز ميوكوزا الأمعاء هرموناً يكون أولاً فى صورة غير فعالة ويسمى بروسكرتين Prosecretin تتحول إلى صورة فعالة تسمى سكرتين Secretin وهرمون السكرتين عبارة عن عديد الببتيد Polypeptide وبقدر حجم عصير البنكرياس فى اليوم حوالى ١٥٠٠ ملليلتر وهو قاعدى التأثير (رقم الحموضة = ٨) ويحتوى على خمس أنزيمات وهى التربسين Trypsin والكيموتربسين CHymotrypsin وأمياز البنكرياس Pancreatic Amylase والكربوكسى ببتيداز Carboxy peptidase وليياز البنكرياس Pancreatic Lipase.

ويفرز التربسين فى صورة غير فعالة تسمى تربسينوجين Trypsinogen ويتحول إلى التربسين بواسطة إنزيم إنتروكيناز Enterokinase.



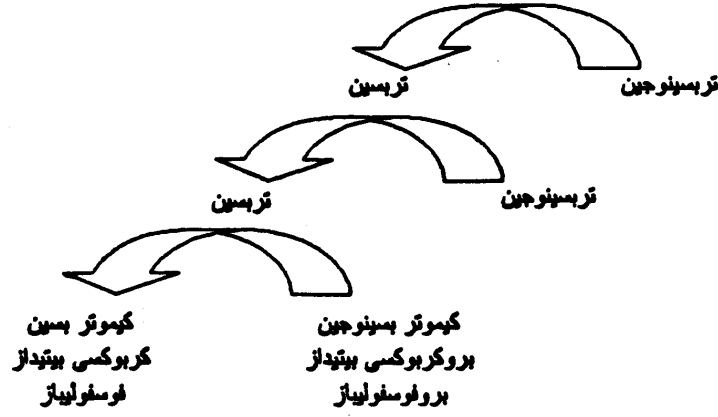
ويفرز الإنتروكيناز من ميوكوزا الأمعاء وله رقم حموضة من ٨-٩ والتربيين لا يجبن اللبن. وكذلك يفرز الكيموتربسين فى صورة كيموتربسينوجين غير فعالة ويتحول إلى صورة الفعالة بواسطة التربسين.

كيموتربسينوجين ← تربسين ← كيموتربسين

وتتكامل تأثيرات الببسين (فى المعدة) والتربيين والكيموتربسين لتحليل البروتين والبروتيازات والبيبونات إلى عديد الببتيد أما إنزيم الكربوكسببتيداز فإنه يعمل على تحليل السلسلة الببتيدية الناتجة من فعل إنزيمات البروتيازات سالفة الذكر إلى أحماض أمينية (من ناحية الطرف الكربوكسيلي) ويلخص شكل (٣-٤) إنزيمات الهضم فى الأمعاء الدقيقة.

ويعمل إنزيم أميلاز البنكرياس مثل تيالين اللعاب وله رقم حموضة من ٧,١ ويعمل على تحليل النشا الذى لم يتحلل بفعل أنزيم أميليز اللعاب (التيالين) إلى مالتوز Maltose.

إنتروكيناز

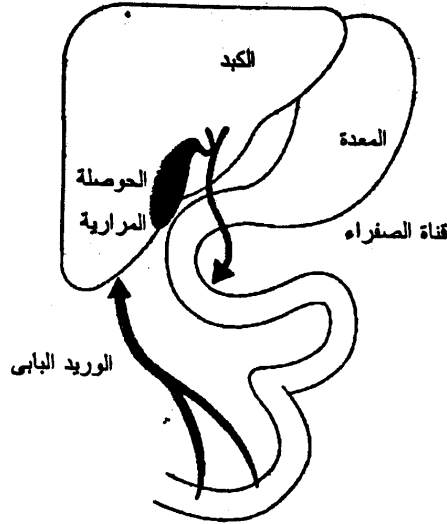


شكل (٣-٤) إنزيمات الهضم فى الأمعاء الدقيقة

أما إنزيم ليباز البنكرياس فإنه يعمل على تحليل الدهون وهذه أول خطوة حقيقية لهضم الدهون وتتحول إلى جلسرول وأحماض دهنية وهو يفرز فى صورة غير فعالة ثم يتحول إلى الصورة الفعالة بواسطة الصفراء وعموماً يمكن القول إن الهضم بواسطة عصارة البنكرياس يؤدي إلى هضم كامل للنشا ويتحول لسكر المالتوز والدهون إلى أحماض دهنية وجليسرين ثم تجزئ البروتينات إلى أحماض أمينية وبيبتيئات ذات وزن جزيئى منخفض كما يتحول الغذاء إلى صورة محلول يحتوى على جزيئات صغيرة سريعة الانتشار والنفاذ وأى نقص فى عصير البنكرياس يؤدي إلى ضياع جزء كبير من الكربوهيدرات والنيروجين والدهون فى البراز.

الصفراء The bile

تفرز الصفراء باستمرار من الكبد شكل (٣-٥) وتمر إلى قناة الكبد Hepatic Duct وتخزن فى الحوصلة المرارية Gall Bladder وتمر الصفراء إلى الأمعاء الدقيقة عن طريق القناة المرارية Bile Duct التى تصب قرب فتحة البواب وعملية إفراز الصفراء عملية مستمرة حتى فى الصيام الطويل بشرط عدم وجود عائق أو انسداد للقناة المرارية كما فى حالة مرض الصفراء الانسدادية إلا أن وجود الغذاء فى الأمثى عشر يزيد الإفراز وأكثر الأغذية تأثيراً هى اللحوم يليها الدهون بينما النشا والسكريات عديمة التأثير ويتحكم فى انقباض الحوصلة المرارية وانفتاحها هرمون يسمى كولى سستوكينين Cholecystokinin الذى يفرز من ميكوزا المعاء إستجابة لوجود الغذاء بها ويمر عن طريق الدم لتتبيه الحوصلة المرارية. وسائل الصفراء ذهبى اللون أو مائل للبنى المصفر ويفرز الإنسان البالغ يومياً ما بين ٥٠٠ - ١١٠٠ مل.



شكل (٣-٥): إفراز الصفراء من الكبد

أصبغ الصفراء:

تأخذ الصفراء اللون المميز من صفات أهمها بيلفيردين Biliverdin ولونها أخضر وصبغة بيليروبين Bilirubin ولونها أحمر وهذه المواد مشتقة من مركبات الهيم التي تتحلل في تركيب هيموجلوبين الدم حيث أن عمر كرات الدم الحمراء ١٢٠ يوماً وعند تكسیرها ينفصل الجلوبين (بروتين) عن الهيم (حديد) وجزئ الهيم ينفصل عنه الحديد ليحتفظ به الجسم بينما يتحول باقى الجزئ إلى مركبات ملونة هي صبغات الصفراء وبالتالي يمكن اعتبار الصفراء وسيلة للتخلص من نواتج هدم الهيم ثم تمر إلى البراز.

أحماض وأملاح الصفراء

تحتوى الصفراء على عدة أحماض أهمها حامض الجليوكوليك Glycocholic Acid والتوروكوليك Taurocoli Acid والحامض الأول هو

الغالب ويتكون من اتحاد الحامض الأميني جليسين مع حامض الكوليك والثاني يوجد بنسبة أقل من حامض الجليكوكوليك ويتكون من اتحاد التورين (مشتق من الحامض الأميني سيستين) مع حامض الكوليك عن طريق رابطة ببتيدية. وتوجد هذه الأحماض في صورة أملاحها مع الصوديوم والبوتاسيوم مكونة أملاح الصفراء وتسمى جليكوكوليات وتوروكوليات الصوديوم أو البوتاسيوم. ولا تعتبر أملاح الصفراء إفرازات يراد التخلص منها كما هو الحال بالنسبة لصبغات الصفراء بل هي مكونات هامة لها وظائف هامة وعديدة ومن أهم وظائفها:

١- تنشيط إنزيم ليباز البنكرياس.

٢- تنبيه حركة الأمعاء.

٣- تخفيض قوة الجذب السطحي في الأمعاء وهي بذلك تعمل مستحلبات للدهون كما أنها تثبت هذه المستحلبات فلا تتفصل بسرعة وبذلك يزداد السطح المعرض من الدهون لفعل إنزيم الليباز.

٤- تتحد مع كثير من المركبات الدهنية غير القابلة للذوبان في الماء مثل حامض الإستياريك والكولسترول والفيتامينات الذائبة في الدهون لتحويلها إلى مركبات أحماض الكوليك الذائبة في الماء ويطلق على هذه الظاهرة اسم القوة الأيدروترابية Hydro Tropic وفيما يلي ملخص الوظائف الرئيسية لوسائل الصفراء:

١- يمكن اعتبار الصفراء مكون من إفرازات مهمة في عملية الهضم والامتصاص بالإضافة إلى احتوائه على مواد يريد الجسم التخلص منها مثل صبغات الصفراء (نواتج هدم هيم الهيموجلوبين) كما أن هناك مركبات أخرى يتخلص منها الجسم عن طريق الصفراء بعضها يكون ساماً مثل بعض المعادن كالنحاس والزنك والزنك والزنك والأدوية فكلها تمر مع الصفراء إلى الأمعاء ثم يجرى التخلص منها مع البراز.

- ٢- تعادل الصفراء مع عصير البنكرياس حموضة الكتلة الغذائية القادمة من المعدة.
- ٣- تلعب الصفراء دوراً في هضم الدهون وامتصاصها.

العصير المعوي Intestinal Juice

يفرز الإنسان يومياً حوالي ٣ لترًا من العصير المعوي ويخضع إفراز العصير المعوي لتأثير شبكة عصبية في جدران الأمعاء نفسها كما يحدث تنبيه الأغشية المخاطية (ميكوزا) يؤدي إلى إفراز العصير المعوي ويحتوي هذا العصير على عدة إنزيمات منها إنزيمات تهضم الببتيدات مثل امينوببتيدات Aminopeptidases التي تعمل على تحليل السلسلة الببتيدية إلى أحماض أمينية من ناحية الطرف الأميني وكذلك إنزيمات الدايبيبتيدات Dipeptidases التي تعمل على تحليل السلسلة الببتيدية الثنائية إلى حامضين أمينين وبهذا تكون البروتينات قد تم هضمها إلى أحماض أمينية.

كما يحتوي العصير المعوي على إنزيمات محللة للسكريات الثنائية مثل أنزيم السكريز Sucrase ويحلل السكروز إلى فركتوز وجلوكوز وأنزيم المالتيز Maltase الذي يحلل المالتوز إلى جزئين من الجلوكوز وأنزيم اللاكتيز الذي يحلل اللاكتوز إلى جلوكوز وجلاكتوز. وبالتالي يكون قد تم هضم الكربوهيدرات إلى سكريات أحادية والبروتين إلى وحداتها الأساسية من الأحماض الأمينية والدهون إلى جلسرول وأحماض دهنية بينما الغذاء غير المهضوم يدخل إلى الأمعاء الغليظة للتخلص منه. ويلخص جدول (١-٣) كمية العصارة الهاضمة بالمليلتر التي تفرز في الجهاز الهضمي وملحقاته يومياً.

جدول (١-٣) كمية العصارة (بالمليتر) التي تفرز في الجهاز الهضمي وملحقاته يومياً

العضو	الكمية المفرزة
الغدد اللعابية	١٥٠٠
المعدة	٢٠٠٠
الأمعاء	١٥٠٠
البنكرياس	١٥٠٠
المرارة	٥٠٠
العقد الليمفاوية	١٠٠٠
المجموع	٨٠٠٠

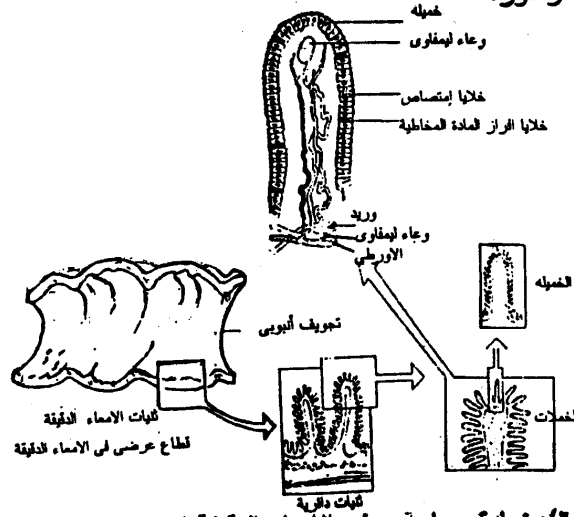
معامل الهضم: هو النسبة المئوية للجزء من الغذاء الذي يستفيد به الجسم فعلاً حيث يخرج ما تبقى من الغذاء في البراز بدون هضم وتعتبر الأغذية الحيوانية عموماً أسهل هضماً من الأغذية النباتية. ومعامل الهضم في المتوسط للبروتين ٩٢% والدهون ٩٥% والكربوهيدرات ٩٨%.

الامتصاص: بعد انتهاء عملية الهضم تكون جزيئات الغذاء الكبيرة قد تحولت إلى جزيئات صغيرة يمكنها أن تمر بسهولة من الغشاء المخاطي للقناة الهضمية إلى الدم حيث تنتزع على أنسجة الجسم المختلفة وتسمى هذه العملية بالامتصاص وهي التي يتم بواسطتها مرور نواتج هضم الطعام إلى الدم. ويتم معظم امتصاص المركبات الغذائية المهضومة في أمعاء الدقيقة ويساعد على ذلك وجود الخمائل Villi في غشائها المخاطي حيث تزيد تلك الخمائل من مساحة الغشاء المخاطي كثيراً فيبلغ متوسط مساحة سطح الأمعاء الدقيقة ١٠,٥ متر مربع. وتتكون كل خميلة (شكل ٣-٦) من نسيج ضام شبكي تغطيه طبقة من الخلايا الطلائية العمودية ويحتوى هذا النسيج الشبكي على كثير من كرات الدم البيضاء ويوجد في وسط كل خميلة وعاء ليمفاوي مبطن بطبقة من الخلايا الطلائية الدقيقة وتتجمع الأوعية الليمفاوية من

الخمائل العديدة فى شبكة من الأوعية الليمفاوية موجودة فى الطبقة تحت المخاطية بجدار الأمعاء. ويمر الليمف من هذه الشبكة إلى القناة الصدرية الليمفاوية التى تحمل الليمف إلى الدم ويغذى كل خميلة شريان صغير أو شريائين وينفرع الشريان الواحد إلى شبكة من الشعيرات الدموية ويرجع الدم مرة أخرى من الخمائل بواسطة أوردة تتجمع مع بعضها مكونة أوردة كبيرة تصب فى الوريد البابى Portal Vein ومنها إلى الكبد.

امتصاص نواتج هضم الكربوهيدرات:

معظم السكريات البسيطة الأحادية تمثل نهاية عملية الهضم للمواد الكربوهيدراتية ويتم امتصاصها مباشرة عن طريق الشعيرات الدموية ويتم نقلها من خلال الوريد البابى إلى الكبد حيث يتم تحويل الجزء غير المطلوب للطاقة إلى صورة جليكوجين (نشا حيوانى) ويحدث امتصاص لكمية صغيرة من السكريات الأحادية خلال الأوعية الليمفاوية. وتختلف سرعة امتصاص السكريات الأحادية من الأمعاء الدقيقة فالجلكتوز أسرعها امتصاصاً يليه الجلوكوز ثم الفركتوز.



شكل (٣-٦): زيادة مساحة سطح الأمعاء الدقيقة لوجود الخمالات

امتصاص نواتج هضم الدهون

تتجمع نواتج الدهون — الجلسريدات الأحادية والثنائية والأحماض الدهنية الحرة مع أملاح الصفراء فى صورة مستحلب يسمى الميسيلات Micells وهذا يسهل امتصاصها ومرورها للجدار المخاطى المبطن للأمعاء فى الجزء العلوى من الأمعاء المعروف بالأثنى عشر ويتم فى الجدار المعوى انفصال أملاح الصفراء لتعود مرة أخرى إلى الكبد عبر الوريد البابى لإعادة استخدامها مرة أخرى أما الدهون الممتصة فتنتقل إلى الجهاز الليمفاوى حيث تتحول مرة أخرى إلى الجلسريدات الثلاثية وترتبط مع كميات بسيطة من البروتينات والفوسفوليبيدات والكولسترول فى صورة مستحلب يسمى كيلو ميكرونات Chlomicrons وتمثل الجلسريدات الثلاثية ٨٦% منه وتنتقل الكيلوميكرونات من الجهاز الليمفاوى إلى الدم عبر الوريد البابى. الأحماض الدهنية الحرة القصيرة والمتوسطة وكذلك الجلسرول يتم امتصاصهم مباشرة لنقلهم عن طريق الوريد البابى دون دخولها فى مستحلب الكيلوميكرون.

امتصاص نواتج هضم البروتينات:

يتم امتصاص الأحماض الأمينية (نواتج هضم البروتينات) من خلال الشعيرات الدموية الموجودة فى الخلايا المنتشرة على طول الأمعاء الدقيقة وتنتقل إلى الكبد عن طريق الوريد البابى ومن الكبد تسرى مع الدم إلى خلايا وأنسجة الجسم حيث يتم استخدامها فى عمليات التمثيل الغذائى للبناء أو انطلاق الطاقة.

امتصاص المواد الغذائية الأخرى:

يحدث امتصاص للأملاح المعدنية والفيتامينات داخل الأمعاء الدقيقة كما أن الماء يمكن أن يحدث له امتصاص فى المعدة والأمعاء الدقيقة وكذلك فى الأمعاء الغليظة.

المتابوليزم METABOLISM

يشمل المتابوليزم التغيرات التي تطرأ على العناصر الغذائية من وقت امتصاصها حتى تصبح جزءاً من الجسم أو تخرج خارج الجسم ويشمل المتابوليزم:

- ١- عمليات البناء Anabolism وتتضمن كل العمليات والتفاعلات الكيميائية التي تدخل فيها العناصر الغذائية لبناء مركبات الجسم المختلفة مثل بناء الدم والإنزيمات والهرمونات والأنسجة المختلفة والجليكوجين.
- ٢- عمليات الهدم Catabolism وتشمل كل العمليات والتفاعلات الكيميائية التي تهدم فيها الأنسجة والمركبات المختلفة بالجسم مثل هدم الكربوهيدرات إلى ثنائي أكسيد الكربون وبخار الماء وانطلاق الطاقة وتحدث في الخلية كل من عمليات البناء والهدم جنباً إلى جنب.

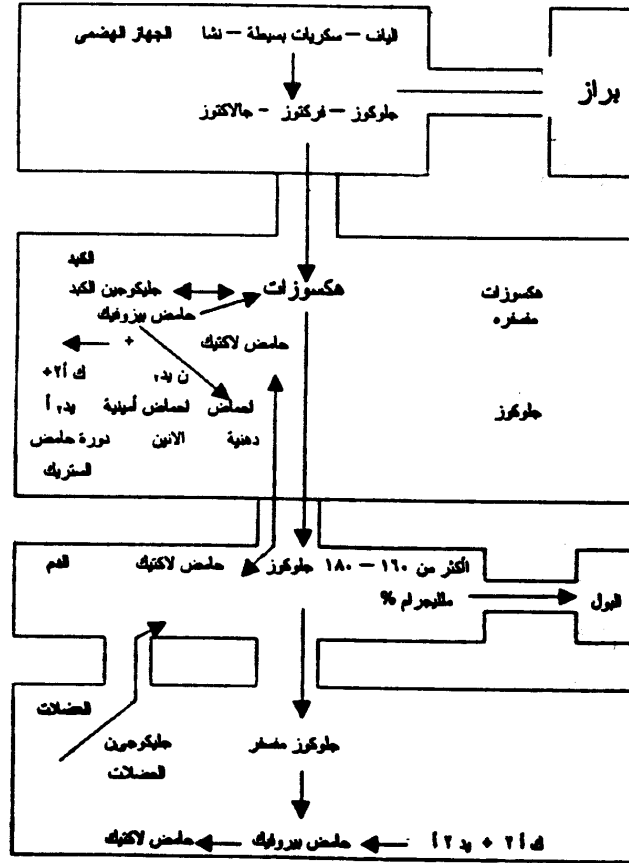
متابوليزم الكربوهيدرات:

تمر الكربوهيدرات بعد هضمها وامتصاصها بعدة عمليات في الجسم تنتهي إما بتوليد الطاقة أو يتخزينها في الجسم إما في صورة جليكوجين أو في صورة دهن ويوضح شكل (٣-٧) متابوليزم الكربوهيدرات في جسم الإنسان.

فبعد أن تصل السكريات الأحادية إلى الكبد عن طريق الوريد البابي يتم تحويل السكريات الأحادية إلى جلوكوز في الكبد ويستعمل الجلوكوز لتوليد الطاقة حسب حاجة الجسم والزيادة تخزن في صورة جليكوجين أو في صورة دهن. ويعتمد الجهاز العصبي على الجلوكوز لتوليد الطاقة اللازمة له ولا يوجد مكان لتخزين الطاقة في الجهاز العصبي ولذلك فالجهاز العصبي يعتمد على جلوكوز الدم لتوليد الطاقة.

وعند انطلاق الطاقة فإن الجلوكوز يتحول إلى حامض البيروفيك من خلال عدة عمليات إنزيمية ويتم تحويل الجلوكوز إلى جليكوجين في الكبد أو العضلات وتسمى عمليات تحويل الجلوكوز إلى جليكوجين Glycogenesis

ويعتبر جليكوجين الكبد مصدر جلوكوز الدم في حالة الصيام ويمكن للكبد تخزين الجليكوجين بما يعادل ١٠% من وزنه أما العضلات فيمكنها تخزين ما يعادل ٢% من وزنها (جدول ٣-٢).



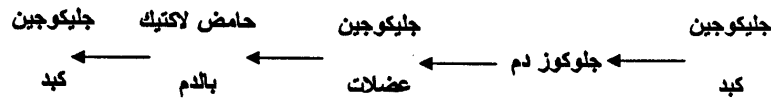
شكل (٣-٧): ميتابوليزم الكربوهيدرات

جدول (٢-٣) تخزين الكربوهيدرات فلا فرد عاى وزنه ٧٠ كجم

جليكوجين الكبد	٦% - ١٠٨ (١)
جليكوجين العضلات	٠,٧% - ٢٤٥ (٢)
جليكوجين السوائل الخارجية	٠,١% - ١٠ جم (٣)

(١) وزن الكبد = ١٨٠٠ جم (٢) وزن العضلات = ٣٥ كجم (٣) الحجم الكلى = ١٠ لتر

وعند احتياج الجسم للطاقة فإن الجليكوجين يتحول إلى جلوكوز وتسمى عملية تحويل الجليكوجين إلى جلوكوز Glycogenolysis بينما تسمى عملية تكوين الجليكوجين من مصادر غير كربوهيدراتية مثل الأحماض الأمينية والجلسرول Glyconeogenesis، وتعتبر هذه العملية هامة إذ عن طريقها يحصل الجسم على ما يلزمه من طاقة عند نقص كربوهيدرات الغذاء وخصوصاً لمد الجهاز العصبى وكرات الدم الحمراء بالطاقة، كما يعتبر جليكوجين العضلات مورداً سريعاً للطاقة ويمكن توليد الطاقة فيها بدون وجود الأكسجين وفى هذه الحالة يتكون حامض اللاكتيك، وعند توافر الأكسجين فإن حامض اللاكتيك يتم اكسدته مما يؤدي لانطلاق طاقة أكبر ويمكن أن يتسرب جزء من حامض اللاكتيك إلى الدم فى حالة عدم توافر الأكسجين ومن الدم إلى الكبد حيث يمكن للكبد أن يحول حامض اللاكتيك إلى جليكوجين وتعرف هذه العملية بدروه كورى Cori.



جلوكوز الدم وطرق تنظيمية

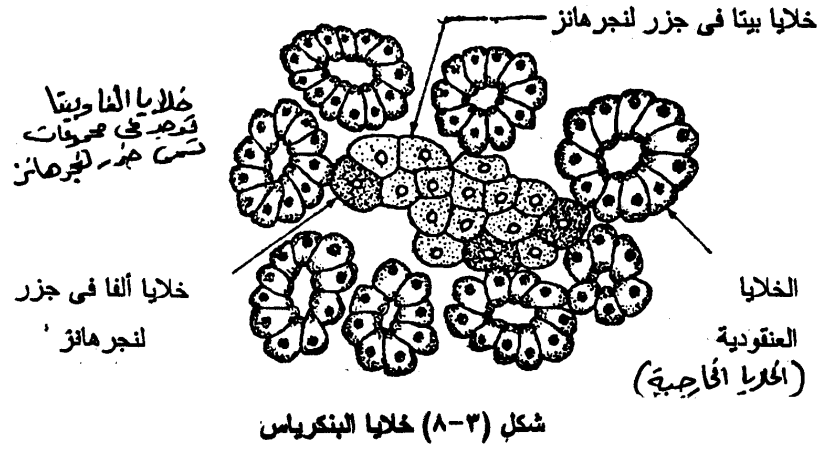
يبلغ تركيز الجلوكوز فى الدم من ٧٠ - ١٠٠ ملليجرام/١٠٠ مل دم ويرتفع هذا المستوى بعد تناول الطعام إلى ١٢٠ - ١٣٠ ملليجرام/١٠٠ مل

ويعود تركيز السكر إلى المستوى الطبيعي بعد ١,٥-٢ ساعة ويستمر مستوى الجلوكوز ثابتاً بين الوجبات عن طريق جليكوجين الكبد فعند زيادة جلوكوز الدم عن المستوى الطبيعي يتحول جزء من جليكوجين الكبد إلى جلوكوز الدم. وإذا زاد مستوى الجلوكوز في الدم إلى أكثر من ١٧٠ - ١٨٠ ملليجرام/١٠٠ مل دم فإن الجلوكوز ينزل في البول Glycouria ويطلق على هذا المستوى اسم العتبة الكلوية Renal threshold وهو أقصى مستوى جلوكوز تتحمله الكلى وبعدها ينزل في البول.

دور الهرمونات في تنظيم مستوى الجلوكوز في الدم

- الأنسولين Insulin : وهو مادة بروتينية تفرز من خلايا بيتا من جزر لانجوهانز في البنكرياس (شكل ٣-٨). ويعمل هذا الهرمون على خفض مستوى الجلوكوز في الدم بتشجيع تحويله إلى جليكوجين أو دهن كما أنه يمنع تحويل الجليكوجين إلى جلوكوز.
- الجلوكاجون Glucagon: ويفرز من خلايا ألفا من جزر لانجوهانز في البنكرياس شكل (٣-٨) وهو يرفع مستوى الجلوكوز في الدم عن طريق تحويل الجليكوجين إلى جلوكوز.
- الأدرنالين: وهو يشجع تكوين الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية وبالتالي يعمل على رفع مستوى الجلوكوز.
- الأبينفرين Epinephrine: وهو من أفراد غدة الأدرنالين ويشجع تحويل الجليكوجين إلى جلوكوز أى يعمل على رفع مستوى الجلوكوز في الدم.
- الثيروكسين Thyroxine: وهذا الهرمون من إفراز الغدة الدرقية ولوحظ أن مستوى الجلوكوز يزيد عند زيادة نشاط هذه الغدة الحمراء تتغير كل ١٢٠ يوماً وأن الجلد يتغير باستمرار وأن الجسم يكون البيومين السيرم بسرعة ١٠ جم/اليوم والفيبيرينوجين بسرعة ٢ ج/اليوم. ويعتبر الكبد أكثر الأنسجة

نشاطاً في تخليق البروتين كمياً وهو المكان الرئيسى لتكوين البيومين وفيروجين الدم.



ميتابوليزم البروتين

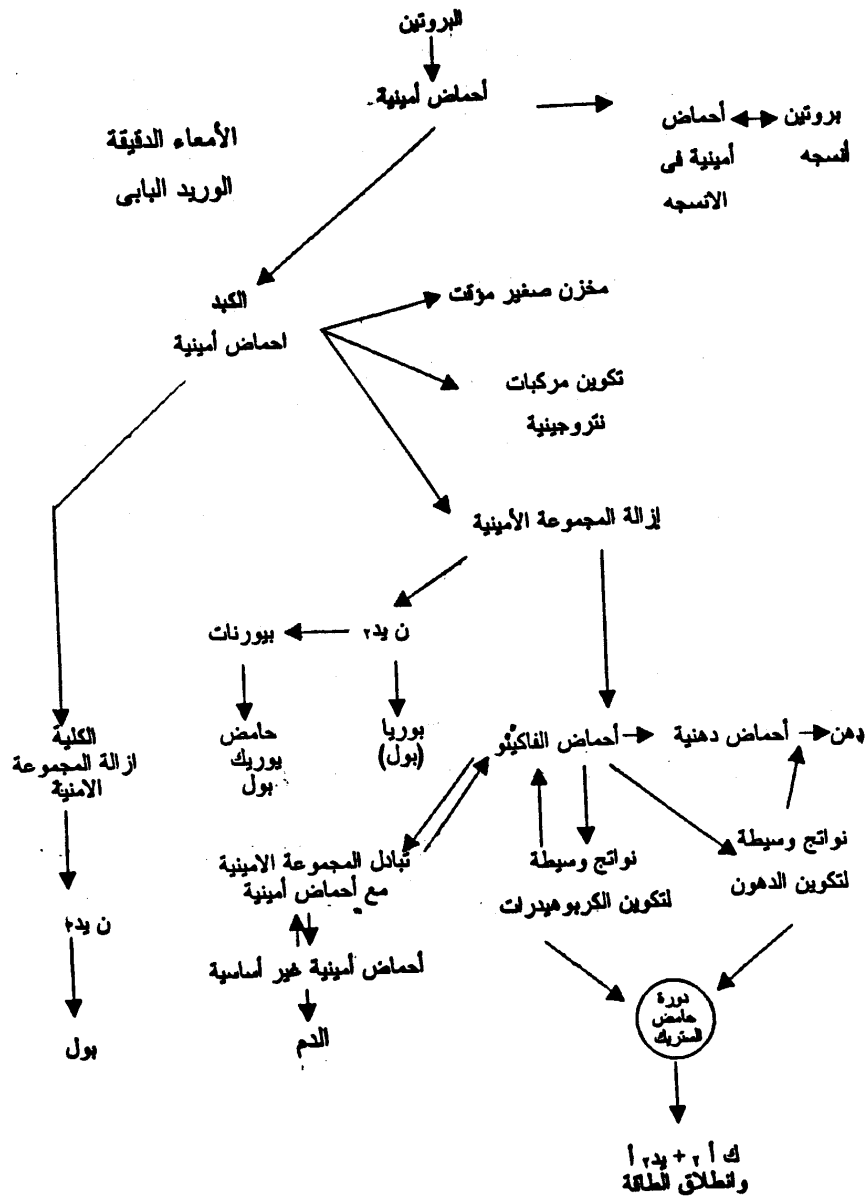
بعد أن يتحلل البروتين إلى أحماض أمينية أثناء الهضم وتمتص هذه الأحماض الأمينية وتصل خلال الوريد البابى إلى الكبد يتبقى جزء من الأحماض الأمينية فى الكبد لسد حاجة هذا العضو، أما الجزء الباقي فإنه يوزع بواسطة الدم إلى أنسجة الجسم المختلفة ويختلف مصير الأحماض الأمينية فى الأنسجة المختلفة حسب حاجة هذه الأنسجة ففى وجود مصادر وافرة للطاقة فإن الأحماض الأمينية تستخدم فى بناء بروتين الأنسجة والأنزيمات والبيبتيدات العديدة والهرمونات.

وقد تستخدم الأحماض الأمينية فى أغراض أخرى تستلزم إزالة المجموعة الأمينية عادة فى الكبد والكلى فتهتول المجموعة الأمينية إلى يوريا وتخرج فى البول عن طريق الكلئ، أما الجزء الباقي من الحامض

الأمينى فإنه إما أن يتأكسد لتوليد الطاقة ويتكون ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء أو يتحول إلى كربوهيدرات أو دهون أو تتكون أحماض أمينية غير أساسية (شكل ٣-٩). والأحماض الأمينية الموجودة فى الأنسجة فى حالة تغير مستمر حيث أن الأنسجة تعطى وتأخذ باستمرار ودخول الأحماض الأمينية فى الأنسجة يتوقف على عمرها فالأنسجة ذات العمر القصير تظهر تغيراً مستمراً فى الأحماض وقد تبين أن ميكوزا الأمعاء الدقيقة تتغير كل يومين وأن الكرات الدموية الحمراء تتغير كل ١٢٠ يوماً وأن الجلد يتغير باستمرار وأن الجسم يكون البيومين السليم بسرعة ١٠ جم/اليوم والفيريونوجين بسرعة ٢ جم/اليوم ويعتبر الكبد أكثر الأنسجة نشاطاً فى تخليق البروتين كماً وهو المكان الرئيسى لتكوين البيومين وفيريونوجين الدم.

تخزين البروتين Protein storage

تتوقف كمية البروتين فى الجسم على بروتين الغذاء فإذا فرض شخص معتاد تناول غذاءً غنياً فى البروتين ثم تغير طعام فجأة إلى غذاء فقير فى البروتين فإن إخراج من النيتروجين فى البول يقل حتى يصل إلى حد معادلاً لنيتروجين الغذاء، وإذا تغير الغذاء إلى طعام غنى فى البروتين فإن الإخراج من النيتروجين يرتفع تدريجياً حتى يصل إلى حد أقصى وكذلك حظه فى الجسم بتغير الطعام من غنى فى البروتين إلى فقير ثم إلى غنى فى البروتين فهذه الزيادة تعادل ١٧٥-٣٥٠ جم من البروتين ويطلق عليه البروتين القابل للتغير Labile Protein ويعتقد أنه يوجد منطقة تسمى البركة الميتابولية Metabolic Pool من الأحماض الأمينية فى سوائى الأنسجة المختلفة وهذه تستخدم فى تخليق البروتين.



شكل (٣-٩) ميثيلوليزم البروتين

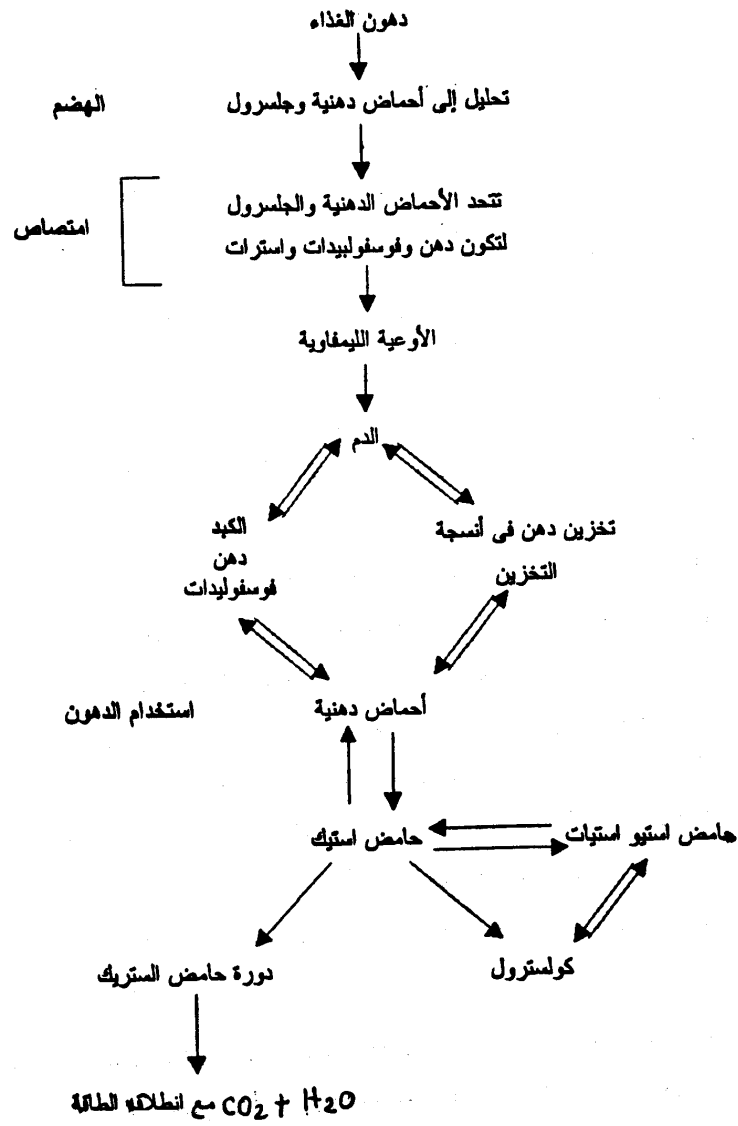
ميتابوليزم الدهون

بعد أن يتم هضم الدهون وامتصاصها خلال الأوعية الليمفاوية فإنها تصل إلى الدم ولكن بعد امتصاصها فإنها تتحد ثنائية وتكون دهناً (شكل ٣-١٠) في صورة حبيبات صغيرة قطرها ١ ميكرون تسمى كيلوميكرون Chylomicron وتصل نسبة الجلسريدات الثلاثية بها إلى ٨٥% ويتحد جزء من الدهون بحامض الفوسفوريك لتكوين الفوسفوليبيدات وعادة تتحد الليبيدات مع البروتين مكونة ليبوبروتين تنقل الليبيدات المختلفة ويحتوى الكبد على ٥ - ٧ من وزنه دهن (وزن رطب) أما في الحالات المرضية فإن نسبة الدهون في الكبد قد تصل إلى ٧٠% من وزنه مما يؤدي إلى فشل الكبد لأداء وظائفه.

يؤدي الجوع أو الصيام إلى ارتفاع في مستوى ليبيدات الدم كما أن كربوهيدرات الغذاء تؤثر في مستوى الكولسترول وعلى ميتابوليزم الدهون بوجه عام حيث لوحظ أن استعمال النشا أو السكريات الأحادية بدلاً من السكر في الغذاء يؤدي إلى خفض مستوى الكولسترول والجلسريدات الثلاثية في الدم. ويرتفع مستوى الكولسترول بتقدم العمر بينما الرياضة تلعب دوراً هاماً في تنظيم مستوى الليبيدات في الدم وتتأثر الليبيدات الدم بالجنس والهرمونات حيث أن الهرمونات الأنثوية تؤدي إلى خفض مستوى الكولسترول ومستوى بيتا ليبوبروتين تؤدي إلى رفع مستوى يعكس ألفا ليبوبروتين.

الأحماض الدهنية الحرة في البلازما Nonesterified Fatty Acids in Plasma

تتكون معظم الأحماض الدهنية الحرة في بلازما الدم من حامض بالميتيك واستياريك وأولييك وتصل نسبتها في الدم إلى ٣٤٠ ملجم/١٠٠ مل دم وتزيد نسبة الأحماض الدهنية الحرة في الدم عند زيادة إحتياج الفرد للدهون.



شكل (٣-١٠) ميٹابوليزم الدهن

كما فى حالة الصيام حيث يقوم أنزيم الليپاز بتحليل جزء من دهون التخزين إلى أحماض دهنية حرة أما تناول الدهون فى الغذاء أو أى مصدر آخر للطاقة فى الغذاء يؤدى إلى انخفاض مستوى الأحماض الدهنية الحرة وهذه الأحماض الدهنية الحرة هى الصورة التى تنتقل بها الدهون من أماكن التخزين إلى الأنسجة لانطلاق الطاقة اللازمة. ويتم استهلاك الأحماض الدهنية الحرة بسرعة فهى صورة نشطة للدهون ويمكن لكل أنسجة الجسم وأعضائه المختلفة أن تؤكسد الأحماض الدهنية إلى ثانى أكسيد الكربون وماء وانطلاق الطاقة ويلاحظ أن الأنسولين أو الجلوكوز يعمل على خفض مستوى الأحماض الدهنية الحرة فى بلازما الدم بعكس الإنفريين أو النورينفريين التى تعمل على رفع مستوى الأحماض الدهنية الحرة عن طريق تحليل الجلسريدات الثلاثية كما يزيد مستوى هذه الأحماض الدهنية الحرة بعد القيام بمجهود كبير.

تخزين الدهون فى الجسم

توجد الدهون فى جميع خلايا الجسم والدهون إما أن تدخل فى بناء الخلية ويسمى هذا الجزء الثابت من دهون الجسم ويتكون من فوسفوليبيدات وكولسترول وسربوسيدات أو تخزن فى أماكن التخزين ويسمى هذا بالجزء المتغير من دهون الجسم وعادة يخزن الدهن تحت الجلد وحول بعض الأعضاء مثل الكلى ويتأثر هذا الجزء من الدهون بنوع الغذاء والعمر والجنس والتوازن الهرمونى وهذه الدهون المخزنة فى حالة ديناميكية حيث أن لها نشاطاً ميتابولياً. وتتكون هذه الدهون أساساً من الجلسريدات الثلاثية وهذه تتحلل باستمرار إلى أحماض دهنية وجليسرول.

تختلف نسبة الدهون المخزنة فى أنسجة التخزين من ٨-١٥ كجم فى الإنسان البالغ وتصل إلى ١٠-٢٠ كجم فى الفتاة البالغة وتزيد بتقدم العمر

وقد تصل هذه النسبة إلى اكجم فى الشخص الهزيل بينما تصل إلى ١٠٠ كجم فى الشخص البدين.

خلايا الدهن البنى Brown Fat Cells

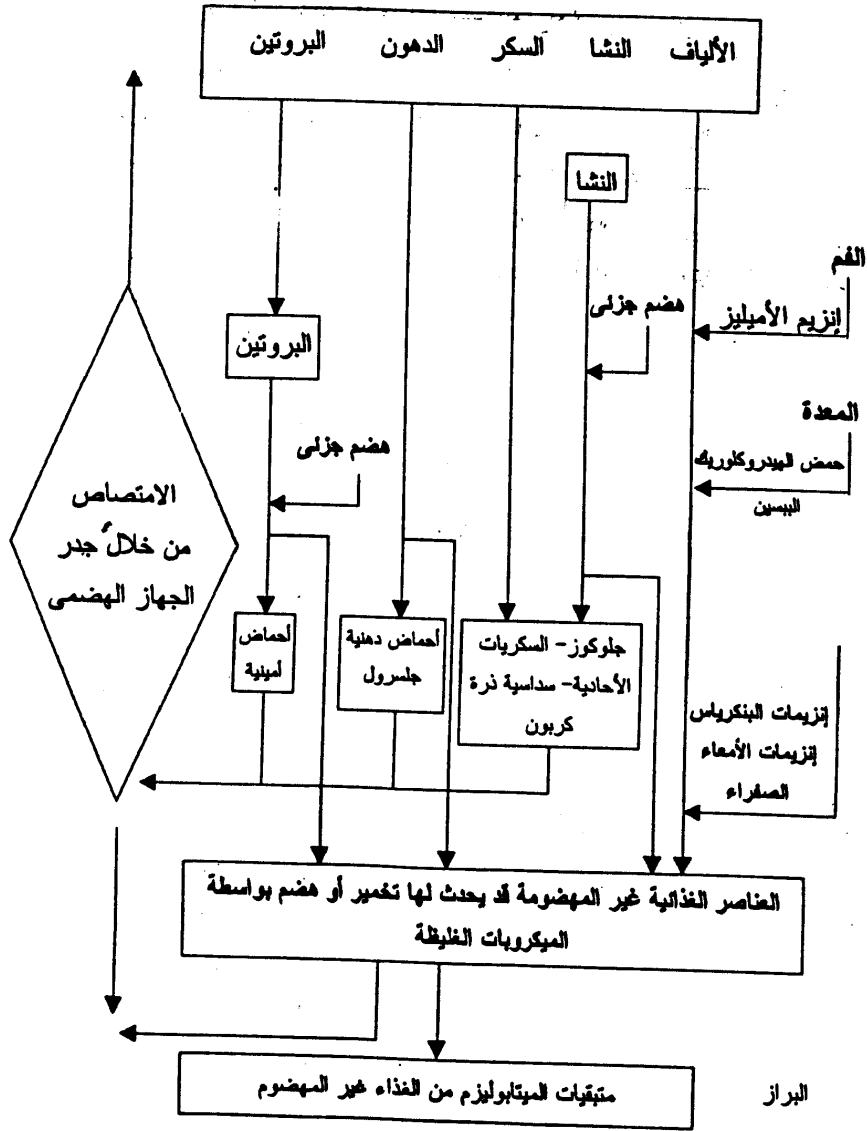
إن الدهن البنى صورة من صور الدهن المخزن فى الجسم بنسبة منخفضة ويتكون فى مرحلة الجنين حول الرقبة والكلية وغدة الأدرنالكين ومنطقة البطن ونقل كميته يتقدم العمر وعند الشعور بالبرد ويرجع اللون إلى زيادة ورود الدم للخلية ووظيفة هذا الدهن هو توليد الحرارة عند الشعور بالبرد عن طريق أكسدة الأحماض الدهنية تحت تأثير هرمون الابطفرين وتتوزع الحرارة إلى جميع اجزاء الجسم بواسطة الدم دون حدوث رعشة.

Abnormal Fat Storge الحالات الشاذة لتخزين الدهون

هناك حالتان شاذتان لتخزين الدهن - الأولى هى زيادة تخزين الدهون بنسبة كبيرة تؤدى إلى السمنة ومعظم هذه الدهون هى الجلسريدات الثلاثية والحالة الثانية هى ترسيب الدهون فى بعض الأعضاء مثل الكبد والطحال مما يؤثر على نشاط هذه الأعضاء ومعظم هذه الدهون هى الكوليسترول والفوسفوليبيدات والسروليبيدات ويبين شكل (٣-١١) ملخص لعمليات هضم الكربوهيدرات والدهون والبروتينات فى جسم الإنسان.

امتصاص وإفراز الكوليسترول فى الجسم:

عند هضم الدهون فإن استرات الكوليسترول يحدث لها تحلل مائى فى الأمعاء وخلال عملية الامتصاص داخل الأوعية الليمفاوية تحدث إعادة أسترة Re-esterification فى الجدار الداخلى وينتقل خلال الوريد البابى إلى الكبد، وامتصاص الكوليسترول يعتمد على امتصاص الدهون والذى يحفز بوجود الأحماض الدهنية، وبعد عملية هضم الكوليسترول فإن المركبات الأساسية لنواتج تكسير أو هدم الكوليسترول هى أحماض الصفراء التى تتكون فى الكبد وهى عبارة عن حمضى (الكوليك ودى اوكسى كوليك) وهى تتحد فى الكبد مع الجلسرين والتورين وتساعد فى عملية هضم الدهون وامتصاصها.



شكل (٣-١١): ملخص هضم الكربوهيدرات والدهون والبروتينات في الجسم

إضطراب الميٲابوليزم Disorders of Metabolism

١- جالاكتوسيميا Galactosemia وتنتج هذه الحالة نتيجة نقص الإنزيم الخاص بتحويل الجالاكتوز إلى جلوكوز وهذه الحالة تؤدي إلى فشل النمو وتضخم الكبد وظهور الجالاكتوز في البول وتلف عقلى ولعلاج هذه الحالة يعطى الفرد غذاء فقيراً فى اللاكتوز.

٢- فينيل كيتون يوريا Phenylketonuria وتنتج هذه الحالة نتيجة نقص الإنزيم اللازم لتحويل حامض الفينيل ألانين إلى تيروسين وهذه تؤثر على الفترة الحركية للفرد وظهور أكزيما وتغير الجلد والشعر وظهور رائحة خاصة وتلف عقلى.

٣- الإرتفاع الزائد للكلسترول فى الأسرة Familial hypercholesterolemia وهى حالة وراثية نتيجة نقص فى الجبن المستقبل للبروتينات الخفيفة LDL على سطح الجدار الخاص لخلايا الجسم. ويصبح الكبد غير قادر على إعادة إمتصاص الليبوبروتينات LDL, IDL.

الباب الرابع
الطاقة الغذائية
Food Energy

الباب الرابع

الطاقة الغذائية

Food Energy

تعنى الطاقة القوة التى تمكن الجسم الحى من القيام بالأنشطة الحيوية المختلفة التى تحافظ على إستمرار الحياة الطبيعية، وينتج عن نقصها أو غيابها تَوَقُف الوظائف الحيوية ومن ثم موت الجسم الحى فى النهاية.

ويحتاج الجسم الحى الطاقة الغذائية لى يستطيع ممارسة الأنشطة المختلفة كالنشاط الحركى الإرادى مثل الأعمال اليومية الإعتيادية وكذلك النشاط غير الإرادى مثل نمو الجسم وتطوره وفى الأنشطة الداخلية لأعضاء الجسم وأجهزته كالجهاز العضلى والهضمى والدورى والتنفسى والإخراجى ويؤدى انخفاض الطاقة الغذائية المتاحة إلى انخفاض الأعمال الإرادية وغير الإرادية للجسم الحى وتباطؤ النمو والضعف والهزال وموت الإنسان فى النهاية.

مصادر الطاقة وصورها المختلفة:

تتواجد الطاقة الطبيعية فى صور مختلفة مثل الطاقة الحرارية والطاقة الكيميائية والطاقة الآلية....

وتعتبر الشمس المصدر الأساسى للطاقة الغذائية اللازمة للكائنات الحية الأرض وتستطيع النباتات الخضراء إنتاج وتخزين الطاقة خلال عملية التمثيل الضوئى حيث تستخدم الطاقة الشمسية فى تكوين المواد الكربوهيدراتية التى تستعمل جزء منها لنمو النبات وبناء هيكله ويخزن جزء منها فى صورة نشويات كما يتحول جزء منها إلى زيوت ودهون وجزء آخر إلى مركبات بروتينية أولية وذلك بوسط النيتروجين والفوسفور والكبريت.

ولا تستطيع الحيوانات إستعمال الطاقة الشمسية كالنبات بل تعتمد على النبات كمصدر للطاقة ومصادر الطاقة الغذائية عند الإنسان هي الكربوهيدرات والدهون والبروتينات التي يحصل عليها من النباتات والحيوانات. وتتولد الطاقة في الجسم نتيجة أكسدة الغذاء بمساعدة إنزيمات معينة ويتم ذلك على خطوات لتنظيم انطلاق الطاقة حسب احتياج الجسم.

وحدات قياس الطاقة:

تستخدم لقياس كمية الطاقة المتحررة من احتراق أو تأكسد الغذاء أو كمية الطاقة المتبادلة داخل الجسم وحدة الطاقة تسمى الكالورى الصغير Calorie وهو عبارة عن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة ١ سم^٣ من الماء درجة مئوية واحدة (من ١٥-١٦ م) وإضافة قيمة الكالورى الصغير يستخدم السعر الكبير أو الكيلو كالورى Kilocalorie وهو عبارة عن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة ١ لتر من الماء درجة حرارة واحدة (من ١٥-١٦ م) ويستخدم حالياً وحدات. تسمى الجول Goule ويعرف بأنه الشغل اللازم لرفع وزن قدره ١ كجم لمسافة قدرها متر واحد. الكالورى الكبير = ٤,٢ جول أى أن الجول = ٠,٢٣٩ كالورى كبير.

والأجهزة التى تستخدم فى قياس الطاقة تسمى السعرات Calorimeters ويقاس بعضها الطاقة الكلية الناتجة عن أكسدة المادة الغذائية أكسدة كاملة خارج الجسم وذلك إما بطريق مباشر عن طريق قياس كمية الحرارة الناتجة عن التأكسد الكامل لوزنه معلومة من المادة الغذائية فى وجود الأكسجين أو بطرق غير مباشرة عن طريق قياس كمية الأكسجين اللازمة لحرق وزنه معلومة من المادة الغذائية.

كذلك يقاس البعض الآخر من هذه المسعرات الطاقة الناتجة عن أكسدة الغذاء داخل الجسم والتى يستخدمها الجسم فى اداء الأعمال المختلفة

ويتم ذلك أيضاً بطرق مباشرة عن طريق قياس كمية الحرارة الكلية المنبعثة من جسم الإنسان مباشرة أثناء أدائه العمال المتنوعة وذلك في غرف خاصة مجهزة لذلك أو بطرق غير مباشرة عن طريق قياس حجم الأكسجين الذي يستهلكه الفرد وحجم ثنائي أكسيد الكربون المنبعث وذلك خلال فترة معينة أثناء قيامه بأداء عمل معين.

الطاقة التي نحصل عليها من الغذاء:

يستطيع الإنسان الحصول على الطاقة الكامنة في الروابط الكيميائية الموجود في مصادر الطاقة الغذائية وهي الكربوهيدرات والدهون والبروتينات عن طريق أكسدة الغذاء وهدم هذه الروابط الكيميائية وتحويلها إلى طاقة ميكانيكية (شغل) يستخدمها الإنسان في الحركة والنشاط وعمل الأجهزة المختلفة ويحدث عادة فقد كبير للطاقة تبعاً لكفاءة التحويل.

إن أعلى كفاءة تحويل في الإنسان قد تصل أو تزيد قليلاً عن ٢٥%. وهذا الفرق بين الطاقة الحرارية الكلية المتولدة والطاقة الحرارية التي تتحول فعلاً إلى شغل لا بد من التخلص منه في المناطق الباردة تستغل هذه الطاقة في المحافظة على درجة حرارة الجسم أما في المناطق الحارة حيث لا يوجد إليها حاجة في تدفئة الجسم يجب التخلص منها وإلا يصاب الفرد بضربة شمس heat stroke تؤدي للموت.

القيمة السعيرية والفسولوجية للأغذية

عندما يحترق الغذاء خارج الجسم ويتأكسد تماماً فإنه تنطلق كمية من الحرارة تطلق عليها بالقيمة السعيرية للأغذية ويمكن تقديرها بواسطة أجهزة خاصة تسمى بالمسعرات Calorimeters منها المسعر ذو البمبة والمسعر الأكسجيني والأخرى تقدر السعيرية للغذاء عند احتراقه داخل الجسم وتسمى للقيمة الفسيولوجية للاحتراق عن طريق المسعر النفسى.

وتتوقف القيمة السعيرية للأغذية عند احتراقها داخل الجسم على معامل الهضم وهو ٩٢% للبروتينات ٩٥% للدهون و ٩٨% للكربوهيدرات وكذلك تتوقف على العناصر التي يتكون منها المركب الغذائي.

فالدهون والكربوهيدرات تتكون من عناصر الكربون والأكسجين والهيدروجين وهذه يمكن أن تتأكسد في الجسم أكسدة تامة إلى ثاني أكسيد الكربون والماء أما البروتينات فنظراً لعدم قدرة الجسم على أكسدتها أكسدة تامة لاحتوائها على عنصر النيتروجين الذي يكون ١٥-١٧% ويفرز في البول في صورة أمونيا أو يوريا أو حمض اليوريك أو الكرياتينين وكلها مركبات لا تزال تحتوى كمية من الطاقة فإن البروتينات تعطى عند احتراقها داخل الجسم طاقة أقل منها عند احتراقها خارج الجسم وتعادل هذه الطاقة المفقودة ١,٣ كالورى كبيراً لكل ١ جم بروتين.

وقد قدرت الطاقة الكامنة في المركبات الغذائية المختلفة بواسطة المسعر ذو البمبة ووجد ان كل:

١ جم من الكربوهيدرات يعطى ٤,١ كالورى.

١ جم من البروتينات يعطى ٥,٦٥ كالورى

١ جم من الدهون يعطى ٩,٤٥ كالورى.

وعند حساب قيمة الغذاء المحترق في الجسم نراعى معاملات الهضم وبذلك يمكن حساب القيمة الفسيولوجية للاحتراق كالاتى:

$$\text{كربوهيدرات } ٤,١ \times \frac{٩٨}{١٠٠} = ٤ \text{ كالورى/جم.}$$

$$\text{دهون } ٩,٤٥ \times \frac{٩٥}{١٠٠} = ٩ \text{ كالورى/جم.}$$

أما في حالة البروتينات فإن ٥,٦٥ - ١,٣ سعر (قيمة الطاقة المفقودة) = ٤,٣٥ كالورى.

$$\text{بروتينات} = ٤,٣٥ \times \frac{٩٢}{١٠٠} = ٤ \text{ سعر/جم.}$$

ويمكن عن طريق ذلك حساب القيمة السعرية للغذاء.

مثال (١):

لحساب القيمة السعرية لكوب لبن به ٢٨٠ جم لبن ويتركب اللبن من

٤,٩% كربوهيدرات، ٣,٥ بروتين، ٢,٩ دهن.

١٠٠ جم لبن بها ٤,٩ جم كربوهيدرات.

٣,٥ جم بروتين.

٣,٩ جم دهن

وقيمتها ٤,٩ × ٤ = ١٩,٦ كالورى.

٣,٥ × ٤ = ١٤,٠ كالورى

٣,٩ × ٩ = ٣٥,١ كالورى.

٦٨,٧ كالورى

١٠٠ جم بها ٦٨,٧ كالورى

٢٨٠ جم بها ٨٨,٧ كالورى.

$$\text{س} = \frac{٦٨,٧}{١٠٠} \times ٢٨٠ = ١٩٢,٣٦ \text{ كالورى}$$

مثال (٢):

غذاء يحتوى على ١٠ جم كربوهيدرات و ٢ جم بروتين و ٥ جم

دهن. احسب القيمة السعرية لهذا الغذاء.

١٠ جم كربوهيدرات تعطى ٤٠ = ٤ × ١٠ كالورى.

٢ جم بروتين تعطى ٨ = ٤ × ٢ كالورى.

٥ جم دهن تعطى ٤٥ = ٩ × ٥ كالورى

المجموع ٩٣ كالورى

كلما زادت نسبة الدهون فى الغذاء زادت قيمته السعرية ولكن كلما زادت نسبة الماء فى الغذاء انخفضت قيمته السعرية.

النسبة التنفسية Respiratory Quotient

عندما تتأكسد الأغذية فى الجسم ينتج عنها ثنائى أكسيد الكربون وبخار الماء وكمية من الحرارة تتناسب مع كمية الأكسجين المستهلك فى عملية الأكسدة ولهذا فإن خارج قسمة حجم CO_2 الذى يخرج فى عملية الزفير على حجم O_2 الذى يستعمله الجسم فى نفس الوقت يطلق عليه النسبة التنفسية.

ولقد وجد أن معدل التنفس بالنسبة للكربوهيدرات والبروتينات والدهون يعادل ١، ٠،٨، ٠،٧ على التوالى. وعلى هذا نجد أن معدل التنفس يتوقف على نوع الغذاء وتركيبه.

أهمية النسبة التنفسية:

- ١- يمكن بواسطة النسبة التنفسية معرفة المادة الغذائية التى تتأكسد فى الجسم وتظهر أهمية ذلك فى حالات الصيام وحالات القيام بمجهود رياضى أو فى الأحوال المرضية كمرض البول السكرى.
- ٢- تؤخذ النسبة التنفسية كدليل لتحول إحدى المواد الغذائية بالجسم ونظراً لأن الكربوهيدرات تحتوى على كمية من الأكسجين أكثر من الدهون فعند تحويل الكربوهيدرات إلى دهن فى الجسم ينطلق الأكسجين الزائد منها ويقل ما يحتاج إليه الجسم من أكسجين الجو. وبذلك ترتفع النسبة التنفسية وتصبح أكثر من الواحد الصحيح. أما عند تحويل الدهون المخزنة إلى كربوهيدرات فإن الجسم يحتاج كمية كبيرة من الأكسجين من الجو ولذلك تنخفض النسبة التنفسية عن ٠،٧.

٣- يمكن بواسطة معرفة النسبة التنفسية وكمية الأكسجين التي يستهلكها الجسم في زمن معين قياس الميتابوليزم بطريقة غير مباشرة. وذلك لأن الجزء الأكبر من الأكسجين المستنشق يستعمل إما في أكسدة الكربون أو الأيدروجين في الجسم ففي الحالة الأولى يعطى كمية أكبر من الحرارة عما لو استعملت نفس الكمية لأكسدة الأيدروجين وكلما كثر استعمال الأكسجين لأكسدة الأيدروجين بالجسم قلت النسبة التنفسية فاللتر من الأكسجين يعطى ٥,٠٤٧ كالورى كبيراً إذا استعمل في أكسدة الكربوهيدرات بينما يعطى ٤,٦٨٦ كالورى إذا استعمل في أكسدة الدهون.

العوامل التي تؤثر في النسبة التنفسية:

(أ) العوامل التي تؤدي إلى زيادة النسبة التنفسية

- ١- عند تحويل الكربوهيدرات إلى دهون حيث لا يحتاج الجسم إلى الأكسجين الخارجى لارتفاع نسبة محتوى الكربوهيدرات بالأكسجين.
- ٢- إذا زاد تكوين الأحماض داخل الجسم (كحماض اللاكتيك في حالة النشاط الرياضى أو أحماض كيتونية في حالة مرض السكر أو في حالة مرض الكلى) وكذلك في حالة الإختناق وزيادة إفراز الأدرنالين تمر هذه الأحماض بالدم وتتفاعل مع بيكربونات الصوديوم وينتج ثانى أكسيد الكربون الذى يخرج مع هواء الزفير ويسبب زيادة النسبة التنفسية.

(ب) العوامل التي تؤدي إلى نقص النسبة التنفسية:

- ١- عند تحويل الدهون إلى كربوهيدرات حيث يحتاج الجسم إلى كمية كبيرة من الأكسجين في هواء الشهيق.

٢- فى حالة التخلص من الأحماض المتجمعة فى الجسم كما يحدث عند إعطاء الأنسولين لمرضى السكر. وكذلك بعد الانتهاء من المجهود الرياضى يستعمل الأكسجين فى أكسدة حامض اللاكتيك المتراكم فى العضلات ولا يخرج ثانى أكسيد الكربون مع الزفير بل يتحد مع القواعد التى كانت متحدة مع حامض اللاكتيك وانفردت عند أكسدته ويؤدى ذلك إلى خفض النسبة التنفسية.

٣- فى حالة القئ ونقص حامض الهيدروكلوريك فى المعدة وكل حالات القلوية وتناول المواد ذات التأثير القلوى.

احتياج لجسم للطاقة

يشمل إحتياج الجسم من الطاقة إلى:

(أ) طاقة الميتابوليزم القاعدى Basal Metabolism.

(ب) طاقة النشاط الجسمى Physical Activity.

(ج) التأثير الحرارى نتيجة تناول الغذاء.

Thermic Effect of the Food

طاقة الميتابوليزم القاعدى

تعرف طاقة الميتابوليزم القاعدى بأنها الطاقة اللازمة لحفظ درجة حرارة الجسم حول معدلها ولأداء الأعمال غير الإرادية مثل حركات الهضم وعضلات الصدر أثناء التنفس ونشاط الكلى والغدد وإتمام التفاعلات الحيوية التى تتم فى الخلية واللازمة للحياة وكذلك ضربات القلب وتمثل طاقة الميتابوليزم القاعدى الجزء الأكبر من الإحتياج الكلى للطاقة.

وتختلف قيمة الميتابوليزم القاعدى باختلاف سن الفرد وجنسه وحجم جسمه ووزنه وتركيبه العضلى وحالته الصحية وحالة الجوع ونوع الغذاء وعدد ساعات النوم.

وقد وجد أن أعلى معدل الإحتياج لطاقة الميتابوليزم القاعدى هى عند سن ١-٢ سنة، ثم يقل تدريجياً ثم يبدأ الإرتفاع فى معدل الإحتياج أثناء المراهقة ثم يقل تدريجياً حتى البلوغ ثم ينخفض أثناء فترة الشيخوخة. كما أن معدل احتياج الرجال أعلى منه فى الإناث. ويزيد الاحتياج فى الجو البارد. وأثناء المرض خصوصاً الأمراض التى ينتج عنها ارتفاع فى درجة الحرارة - ويقل الإحتياج أثناء النوم بمعدل ١٠% عن اليقظة. ويمكن تقدير الميتابوليزم القاعدى للفرد إما منسوباً إلى المتر المربع من سطح الجسم الخارجى أو حسب الوزن على أساس ١ كالورى/كجم من وزن الجسم/الساعة.

فإذا كان فرد وزنه ٧٠ كجم فإن احتياجه يعادل:

$$٧٠ \text{ جم} \times ١ \text{ كالورى} \times ٢٤ \text{ ساعة} = ١٦٨٠.$$

فإذا كان هذا الشخص ينام ٨ ساعات.

فإن الإختفاض يعادل = ٨ ساعة \times ٧٠ كجم \times ٠,١ كالورى = ٥٦ كالورى.

∴ الإحتياج الحقيقى لهذا الشخص يعادل = ١٦٨٠ - ٥٦ = ١٦٢٤ كالورى

ويزيد الإحتياج بالنسبة للشخص الرياضى بما يعادل ٦% فى حالة تساوى السن والحجم وتركيب وشكل الجسم.

طاقة النشاط الجسمى:

يحتاج الجسم إلى طاقة القيام بأنواع النشاط المتنوعة وهذا يمثل جزء كبير من الطاقة بعد طاقة الميتابوليزم القاعدى ويختلف الإحتياج إلى طاقة النشاط الرياضى باختلاف نوع العمل الذى يقوم به الفرد ودرجة الجهد المبذول فيه ووزن الجسم وشدة العمل. وجدول (٤-١) يمثل احتياجات الطاقة لأداء بعض الأعمال حسب نوع العمل والجنس.

جدول (١-٤) احتيلجات الطاقة لأداء بعض الأعمال حسب نوع العمل والجنس

نوع النشاط		الزمن بالساعة		رجل (٧٠ كجم)		مرأة (٥٦ كجم)	
				المعدل/ الساعة كالوري	الإجمالي كالوري	المعدل/ الساعة كالوري	الإجمالي كالوري
النوم		٨		٧٥	٦٠٠	٦٠	٤٨٠
عمل خفيف جداً القراءة والكتابة مشاهدة التلفزيون الخيطة الكتابة على الآلة الكاتبة مزاولة بعض الأعمال الرياضية جلوساً		١٢		١٠٠	١٢٠٠	٨٠	٩٦٠
عمل خفيف إعداد الطعام أعمال التنظيف غسل الأطباق والأواني المشي البطيء للسرعة ٣-٤ كم/ساعة شراء الحاجيات		٣		١٦٠	٤٨٠	١١٠	٣٣٠
عمل متوسط المشي بسرعة ٤-٦ كم/ساعة ترتيب المنزل - تنظيف الغسل في آلة الغسيل لعب التنفيس		١		٢٤٠	٢٤٠	١٧٠	١٧٠
عمل ثقيل العمل في الحديقة رياضة الجولف والبولينج تلميع الأرض بالورنيش		صفر		٣٥٠	-	٢٥٠	-
عمل ثقيل جداً حراث الأرض الجرى - السباحة رياضة التزلج ركوب الدراجة بسرعة ١٠-١٢ كم / الساعة		صفر		+٣٥٠	-	+٣٥٠	-
الإجمالي		٢٤			٢٥٧٠		١٩٤٠

(1995) Esminger*

التأثير الحرارى للغذاء (طاقة الفعل الديناميكي للغذاء)

ترتفع قيمة الميتابوليزم ويزيد إنبعاث الحرارة بعد تناول الفرد للطعام نتيجة للتفاعلات الكيميائية التى تتم فى الجسم. وهذه الحرارة ضائعة لا يستفيد منها الجسم ولذلك يعمل حساب هذا الفقد بأن يضاف ١٠% من الميتابوليزم القاعدى لتغطية الفعل الديناميكي الخاص بالغذاء.

حساب السعرات الكلية للشخص:

تقدر بأن يضاف طاقة الميتابوليزم القاعدى بعد تعديله حسب ساعات النوم ويضاف له طاقة التأثير الحرارى للغذاء وطاقة نشاط الجسم.
مثال:

شخص وزنه ٥٥ كجم ينام ٨ ساعات — قيمة الميتابوليزم القاعدى تعادل ١٣٠٠ كالورى وطاقة النشاط العضلى تعادل ٩٠٠ كالورى. إحسب الطاقة الكلية التى يحتاجها الجسم.

الميتابوليزم القاعدى ١٣٠٠ كالورى

التصحيح نتيجة النوم = $٥٥ \times ٨ \times ٠,١ = ٤٤$ كالورى

الاحتياج الحقيقى = ١٢٥٦ كالورى

التأثير الحرارى للغذاء = $\frac{١٠ \times ١٣٠٠}{١٠٠} = ١٣٠$ كالورى

طاقة النشاط العضلى ٩٠٠ كالورى

الإحتياج الكلى من الطاقة ٢٢٨٦ كالورى

بصفة عامة يمكن حساب الإحتياج الكلى للطاقة منسوباً إلى وزن

الجسم — معدل إحتياج الرجل ٣٦ كالورى/كجم والمرأة ٣٢ - ٣٤

كالورى/كجم ولا يقل لأى فرد عن ٢٤ كالورى/كجم لتغطية طاقة

الميتابوليزم القاعدى ولا يقل المتناول عن ١٠٠٠ كالورى يومياً تحت أى

ظرف.

العوامل التي تؤثر في الاحتياج الكلى للطاقة:

- ١- النشاط الجسمي
 - ٢- تركيب الجسم والجنس
 - ٣- العمر
 - ٤- المناخ
- وعموماً تقسم الأعمال اليومية إلى:

الأعمال الخفيفة:

والتي تحتاج في المتوسط إلى ٢٧٠٠ كالورى/اليوم يشمل الأعمال الكتابية Clercal Tasks وعمل السائقين، والمرشدين والطيارين والتّرام والصحفيين والطباء والمحامين والرسامين وعمال المحلات.

الأعمال المتوسطة:

وهي التي تحتاج في المتوسط إلى ٣٠٠٠ كالورى/اليوم، وهذه تشمل جميع العاملين في شركات النور والسكة الحديد والبريد والتجارين والتّرام ومعظم عمال الزراعة وعمال البناء.

الأعمال الشاقة:

وهي تحتاج في المتوسط إلى ٣٦٠٠ كالورى يومياً وهذه تشمل عمال المناجم وعمال الحديد والصلب وقاطعى الأخشاب في الغابات والجنود الجدد (فترة التجنيد) وبعض عمال الزراعة.

وبوضح جدول (٢-٤) الطاقة الكلية حسب الجنس ونوع العمل اليومي و جدول (٣-٤) إحتياجات الطاقة للفئات العمرية المختلفة حسب وزن الجسم.

احتياجات الطاقة للمجهود العقلى:

إن احتياج الفرد للسرعات للمجهود العقلى يمثل ٢٠% من الإحتياج الكلى للطاقة رغم أن وزن المخ لا يتعدى ٢% من وزن الجسم وأن الدهون تشكل ٦٠% من المخ وأن أنسجته العضلية أقل من ٥%، وهذا الإحتياج يتمثل في التعليم والتفكير بالإضافة إلى سيطرة المخ على جميع أعضاء الجسم وأنسجته ووظائفه.

جدول (٢-٤) إستهلاك الطاقة للرجل والمرأة خلال ٢٤ ساعة

النشاط	عمل خفيف		عمل متوسط		عمل ثقيل	
	أنثى	ذكر	أنثى	ذكر	أنثى	ذكر
٨ ساعات عمل	١١٠٠	٨٠٠	١٤٠٠	١٠٠٠	١٩٠٠	١٤٠٠
٨ ساعات أنشطة أخرى	١٥٠٠	٩٨٠	١٥٠٠	٩٨٠	١٥٠٠	٩٨٠
٨ ساعات نوم	٥٠٠	٤٢٠	٥٠٠	٤٢٠	٥٠٠	٤٢٠
الإستهلاك الكلى	٣١٠٠	٢٢٠٠	٢٤٠٠	٢٤٠٠	٣٩٠٠	٢٨٠٠

جدول (٣-٤) متوسط الوزن والطول واحتياجات الطاقة

للمجاميع العمرية المختلفة

الفئة العمرية	العمر (سنة)	الوزن (كجم)	الطول (سم)	كمية الطاقة الموصى بها كالورى/كجم/اليوم كالورى
الرضع	صفر - ٠,٥	٦	٦٠	٦٥٠
	٠,٥ - ١	٩	٧١	٨٥٠
الأطفال	١ - ٣	١٣	٩٠	١٣٠٠
	٤ - ٦	٢٠	١١٢	١٨٠٠
	٧ - ١٠	٢٨	١٣٣	٢٠٠٠
الذكور	١١ - ١٤	٤٥	١٥٧	٢٥٠٠
	١٥ - ١٨	٦٦	١٧٦	٣٠٠٠
	١٩ - ٢٤	٧٢	١٧٧	٢٩٠٠
	٢٥ - ٥٠	٧٩	١٧٦	٢٩٠٠
	أكثر من ٥١	٧٧	١٧٣	٢٣٠٠
الإناث	١١ - ١٤	٤٦	١٥٧	٢٢٠٠
	١٥ - ١٨	٥٥	١٦٣	٢٢٠٠
	١٩ - ٢٤	٥٨	١٦٤	٢٢٠٠
	٢٥ - ٥٠	٦٣	١٦٣	٢٢٠٠
	أكثر من ٥١	٦٥	١٦٠	١٩٠٠
الحوامل				٣٠٠ +
المرضعات				٥٠٠ +

توازن الطاقة:

إذا كانت كمية الطاقة التي تتناولها الفرد أى الطاقة المكتسبة يومياً أكثر من إحتياجاته اليومية فإن الطاقة الزيادة تخزن فى الجسم فى صورة دهن مما يؤدى إلى زيادة وزن الجسم.

الطاقة المكتسبة < الطاقة المفقودة ————— ← يزيد وزن الجسم.

أما إذا كانت الطاقة المكتسبة تعادل إحتياج الجسم فإن وزن الجسم لا يتغير.

الطاقة المكتسبة = الطاقة المفقودة ————— ← لا يتغير وزن الجسم.

أما إذا كانت الطاقة المكتسبة أقل من إحتياج الجسم فإن وزن الجسم يقل نظراً لاستهلاك جزء من الدهن المخزن فى جسمه لسد إحتياجاته من الطاقة.

الطاقة المكتسبة > الطاقة المفقودة ————— ← يقل وزن الجسم.

مصادر الطاقة فى غذاء الإنسان

إن نسب الطاقة المستمدة من العناصر الغذائية المفضلة هى:

١٠-٢٠% من البروتين.

٢٥-٣٥% من الدهن.

الباقى % من الكربوهيدرات

تنظيم درجة حرارة الجسم

يمتاز جسم الإنسان عن غيره من الحيوانات ذات الدم الحار كالثدييات والطيور بقدرته على تنظيم درجة حرارة جسمه مع تغير درجة حرارة الجو ولذلك يمكن لخلاياه أن تقوم بأعمالها شتاءً أو صيفاً بنفس السرعة على عكس الحيوانات ذات الدم البارد التى تضطر إلى البيات الشتوى.

وينظم حرارة الجسم فى الإنسان مركز عصبى فى أسفل المخ يسمى هيپوثالامس Hypothalamas الذى يتأثر بأقل تغير فى درجة حرارة الدم

الذى يغذيه كما يتأثر بإشارات عصبية تصل إليه من أعضاء حساسة موجودة بالجلد، وتحت تأثير الإشارات التى ترسلها هذه الأعضاء الحساسة التى تحس برودة أو حرارة الجو يوازن المركز العصبى بين كمية الحرارة التى يفقدها الجسم إلى الجو والحرارة التى يولدها عن طريق أكسدة المواد الغذائية وبذلك تبقى درجة حرارة الجسم ثابتة.

تنظيم درجة حرارة الجسم بتوليد الحرارة به:

يتولد فى جسم الشخص البالغ (٧٠ كجم) ٤٠ كالورى كبيراً فى الساعة لكل متر مربع من سطح جسمه وذلك فى حالة الراحة التامة وفى حالة ما بعد الإمتصاص وعندما تكون درجة حرارة الجو حوالى ٢٠م وإذا انخفضت درجة حرارة الجو حوالى ٢٠م يزيد الفرق بين حرارة الجو ودرجة حرارة الإنسان وبالتالي تزيد كمية الحرارة التى يفقدها إلى الجو، ولكى تبقى حرارة الجسم ثابتة تزداد سرعة التمثيل الغذائى فتزداد الحرارة التى تتولد فى الجسم بما يعادل الحرارة المفقودة ويلاحظ أن نقص درجة حرارة الجسم يؤدى إلى شلل المراكز العصبية العليا بالمخ ويصاب الشخص بالغيبوبة ويقل التنفس وضغط الدم ويمكن معالجة هذه الحالة باستعمال وسائل التدفئة الصناعية. ويقوم المركز العصبى بزيادة سرعة التمثيل الغذائى فى الجسم حتى تزيد كمية الحرارة التى يولدها الجسم عن طريق:

- ١- إرسال إشارات عصبية إلى الغدة فوق الكلوية فتفرز كميات كبيرة من الأدرنالين الذى يزيد من سرعة التمثيل الغذائى.
- ٢- زيادة النشاط العضلى فيحدث ارتعاش للعضلات Shivering وهى حركات غير إرادية تزيد من الحرارة التى تتولد بالجسم.
- ٣- زيادة إفراز هرمون الثيروكسين من الغدة الدرقية الذى له مقدرة كبيرة على زيادة سرعة التمثيل الغذائى فكل ١ ملجم من هرمون الثيروكسين يزيد سرعة الغذائى بمقدار ١٠٠٠ كالورى كبير.

تنظيم درجة حرارة الجسم يفقد الحرارة منه:

إذا ارتفعت درجة حرارة الجو فوق ٢٠م ونقص الفرق بين درجة حرارة الجلد ودرجة حرارة الجو يقوم المركز العصبى بتنظيمات تمكنه من المحافظة الجسم على درجة حرارته الثابتة، أما إذا ارتفعت درجة حرارة الجو بدرجة لا يستطيع معها الجسم أن يفقد كل ما يتولد به من حرارة أدى ذلك إلى سرعة التمثيل الغذائى وهكذا ترتفع درجة حرارة الجسم أكثر إلى أن تصل إلى أعلا من ٤٠م فتحدث الوفاة وعندما تكون درجة الحرارة عادية (٢٠م) وذلك فى حالة الشخص البالغ الذى يعمل عملاً سهلاً ويولد يومياً ٣٠٠٠ كالورى كبير فإنه يحدث فقد الحرارة الجسم بطرق مختلفة (جدول ٤-٥).

وتتخصص قدرة المركز العصبى فى تنظيم درجة حرارة الجسم بالرغم من ارتفاع درجة حرارة الجو فى منع الإشارات السمباثوية التى تقبض شرايين الجلد فتتسع الشرايين وتمر بها كمية أكبر من الدم وبذلك يتمكن الجلد من التخلص من الحرارة الزائدة بالرغم من ارتفاع درجة حرارة الجو. كما تنقبض شرايين الأعضاء الداخلية وتزداد كمية الدم فى الدورة الدموية وعلاوة على ذلك يرسل الهيپوثالامس إشارات فى الأعصاب السمباثوية التى تزود الغدد الدرقية ويؤدى ذلك إلى تنبيه إفراز العرق.

جدول (٤-٥) وسائل فقد الحرارة التى يولدها الشخص البالغ فى اليوم

العوامل المسببة لفقد الحرارة	كالورى كبير	%
الإشعاع والحمل والتوصيل من الجلد	٢١٠٠	٧٠
التبخير من الجلد	٤٣٥	١٤,٥
تبخير من سطح الرئتين	٢٤٠	٨
تسخين CO ₂ الخارج من الجسم وعند توليده من سوائل الرئتين.	١٠٥	٣,٥
تدفئة الهواء المستنشق	٧٥	٢,٥
الفقد مع البول والبراز	٤٥	١,٥
المجموع	٣٠٠٠	١٠٠

الباب الخامس

الفيثامينات

والمعادن والماء

الباب الخامس

الفيتامينات والمعادن والماء

أولاً: الفيتامينات Vitamins

مقدمة:

إن الفيتامينات عبارة عن مجموعة من المواد العضوية التي تدخل في تركيب الأغذية، أي أنها مكونات غذائية، لها طبيعة عضوية، ضرورية للحياة. ولم يبدأ اكتشاف الفيتامينات إلا في بداية القرن العشرين، لذا فهي تعرف بظاهرة القرن العشرين والسبب في تأخر اكتشاف الفيتامينات هو وجودها في الأغذية وفي جسم الإنسان بكميات دقيقة، بالرغم من ظهور الأمراض الناتجة عن نقصها منذ زمن بعيد — مثل الكساح والإسقربوط والبلجرا... وغيرها.

أول من أطلق كلمة Vitamine هو العالم البولندي Funk عام ١٩١٢ حيث استنبطها من كلمة Vita أي الضروري للحياة و amine إشارة إلى المجموعة الأمينية المحتوية على نيتروجين حيث كان يعتقد أن الفيتامينات تحتوي تركيبها على تلك المجموعة، وفي عام ١٩٢٠ عندما تم التعرف على التركيب الكيميائي لبعض الفيتامينات، ووجد أن بعضها لا يحتوي على النيتروجين، تم حذف حرف (e) حتى لا تعني الكلمة وجود هذه المجموعة الكيميائية. وفي عام ١٩٢٢ أصدر Funk كتاباً بعنوان (The Vitamins).

تعريف الفيتامينات Definition

الفيتامينات عبارة عن مواد عضوية منخفضة الوزن الجزيئي، ضرورية للمحافظة على الصحة والنمو والتكاثر والصيانة ولا تدخل في بناء الجسم وتوجد في الأغذية بكميات دقيقة ويحتاجها الجسم أيضاً بكميات

صغيرة تتراوح ما بين بضعة ميكروجرامات وعدة ملليجرامات، ولا يستطيع الجسم تخليق معظم هذه المواد وقد يستطيع تخليق بعضها ولكن بكميات غير كافية ولذا لابد من تناول مختلف الأغذية التي تمثل المصادر الغذائية للفيتامينات. ولكل فيتامين دور متخصص لا يمكن للفيتامين آخر أن يقوم به.

تسمية وتقسيم الفيتامينات Nomenclature and Classification

عند اكتشاف الفيتامينات وقبل التعرف على تركيبها الكيميائي، أعطيت حروفاً على حسب تاريخ اكتشافها أو إسماء يدل على المرض الناتج هم نقصها، إلا أنه بعد التعرف على التركيب الكيميائي لها أعطيت أسماء بواسطة لجنة دولية متخصصة، ولكن لازال استعمال الحروف شائعاً.

وبعرف الآن ١٤ فيتامين تقسم وفقاً لقابليتها للذوبان سواء في الدهون أو الماء إلى قسمين (جدول ١-٥).

جدول (١-٥) الفيتامينات الذوابة في الدهون والذوابة في الماء

ذوابة في الماء	ذوابة في الدهون
فيتامينات B: الثيامين B-1	الرتينول - فيتامين A
الريبلافين B-2	الكالسيوم - فيتامين D
النياسين B-3	التوكوفيرول - فيتامين E
حمض البنتوثينك B-5	فيتامين K
البيريدوكسين B-6	
الكوبالامين B-12	
الفولات	
الببوتين	
الكولين	
حمض الأسكوربيك - فيتامين C	

ويعتبر هذا التقسيم مناسباً حيث لكل مجموعة بعض الخصائص والصفات المماثلة من حيث التواجد في الأغذية والامتصاص والميتابوليزم والتخزين ومن حيث الحساسية للعوامل المختلفة مثل الحرارة والأكسدة والضوء والحموضة القلوية.

وتشتمل الفييتامينات الذوابة في الدهون على فيتامينات K,E,D,A بينما تشتمل الفييتامينات الذوابة في الماء على فيتامينات B (الثيامين، الريبوفلافين، النياسين، حمض البنتوثيك، البيريدوكسين، الكوبالامين، الفولاسين، البيوتين، والكولين) بالإضافة إلى فيتامين C (جدول ٥-١). ويتميز كل قسم من القسمين بخصائص مميزة نوجزها فيما يلي:

التركيب الكيميائي Chemical Composition

تحتوى الفييتامينات الذوابة في الدهون وكذلك فيتامين C على كل من الكربون والهيدروجين والأكسجين بينما تحتوى فيتامينات B على النيتروجين علاوة على الثلاثة عناصر.

التواجد Occurance

تحتوى الأغذية النباتية على جميع الفييتامينات باستثناء فيتامين D,A حيث يوجد في الأغذية حيوانية المصدر فقط وتحتوى الأغذية النباتية على مولدات هاذين الفييتامينين والذان يمكن تحويلها في الجسم إلى الفييتامين.

الثبات Stability

يلاحظ بصفة عامة أن الفييتامينات الذوابة في الدهون أكثر نباتاً أثناء معاملة الأغذية بالمعاملات المختلفة من نقل وتسويق وإعداد وطهى وتصنيع وتخزين... الخ عن الفييتامينات الذوابة في الماء، حيث أن الأخيرة تدمر بدرجات الحرارة العالية والأكسدة والتعرض للضوء وللحموضة أو القلوية علاوة على قابليتها بالذوبان في ماء الغسيل والطهى.

الإمتصاص Absorption

يتطلب إمتصاص الفيتامينات الذوابة فى الدهون وجود الدهن فى الأمعاء الدقيقة، ويتأثر إمتصاصها بالعوامل التى تؤثر على امتصاص الدهون مثل وجود الصفراء. بينما يعد امتصاص الفيتامينات الذوابة فى الماء عملية بسيطة وسهلة بسبب امتصاصها مع الماء وسريانها مع الدم بسهولة.

التخزين Storage

تخزن فى الجسم الفيتامينات الذوابة فى الدهون بكميات كبيرة قد تكفى إحتياجات الجسم لمدة شهور، بينما لا يخزن فى الجسم الفيتامينات الذوابة فى الماء إلا كميات صغيرة تكفى إحتياجات الجسم لفترات قصيرة لا تتعدى أسابيع.

ويتم تخزين الفيتامينات الذوابة فى الدهون فى الكبد والأنسجة الدهنية بينما تخزن الكميات الصغيرة من الفيتامينات الذوابة فى الماء فى الكبد أساساً.

الإخراج Excretion

يتم إخراج الفيتامينات الذوابة فى الدهون بصفة أساسية مع البراز، بينما يتم إخراج الفيتامينات الذوابة فى الماء مع البول وهذا الاختلاف راجع أساساً للاختلاف فى القابلية للذوبان.

الوظيفة الفسيولوجية Physiological action

يتطلب الجسم الفيتامينات الذوابة فى الدهون لتنظيم عمليات التمثيل الغذائى ولكل دور متخصص، بينما يحتاج الجسم لفيتامينات مجموعة B بصفة أساسية لنقل الطاقة المتولدة من تمثيل الكربوهيدرات والدهون والبروتينات.

أعراض النقص Deficiency Symptoms

عند غياب فيتامين أو أكثر في الوجبة الغذائية فإنه يؤثر سلباً على النمو والصحة العامة وقد تظهر أمراضاً معينة تعرف بأمراض نقص الفيتامينات وحالات النقص الشديد للفيتامينات قد تؤدي إلى الموت.

وأعراض نقص الفيتامينات الذوابة في الدهون ترتبط بوظيفة تلك الفيتامينات في الجسم، فمثلاً يساعد فيتامين D على زيادة كفاءة امتصاص الكالسيوم، ولذلك فإن نقص فيتامين D يؤثر على بناء العظام وتكوينها، بينما أعراض نقص فيتامينات B الذوابة في الماء فهي متشابهة بدرجة كبيرة وتؤثر على الجلد والجهاز الهضمي والجهاز العصبي بصفة أساسية، ويرجع السبب في ذلك إلى أن فيتامينات B تقوم بوظائفها مرتبطة مع بعضها البعض.

السمية Toxicity

زيادة فيتامين D,A قد تتسبب في حدوث مشاكل صحية خطيرة بينما الفيتامينات الذوابة في الماء ليس لزيادتها تأثيرات سمية لحد كبير.

مشابهات الفيتامينات Vitamin like Substances

يوجد في الأغذية مواد عضوية تشابه كثيراً الفيتامينات، ولها أدوار هامة في تغذية الإنسان ، إلا أنه يمكن تخليقها في الجسم بكميات كافية بواسطة بكتيريا الأمعاء، ويندر حدوث نقص لها بالنسبة للإنسان إلا أنه تظهر أعراض نقصها على الحيوان. وتشمل هذه المشابهات على ٩ مواد هي:

- ١- حمض البنجاميك Pangamic acid (B₁₇)
- ٢- حمض البارامينو بنزويك Para - Amino - Benzoic Acid (PABA)
- ٣- حمض الأوروثيك Orotic Acid (B₁₃)
- ٤- الفلافونات الحيوية Bioflavonoids
- ٥- الكارنتين Carnitine (B-T)
- ٦- مرافق الإنزيم Co-enzyme Q

Inositol	٧- إينوسيتول
Amygdalin (B15)	٨- الأميجدالين
Lipoic Acid	٩- حمض الليبويك

مولدات الفيتامينات Provitamins:

- هى مواد موجودة فى الغذاء أو الجسم وتتحول إلى فيتامينات مثل:
- ١- البيتاكاروتين تتحول إلى فيتامين A فى جدار الأمعاء أثناء الامتصاص.
 - ٢- 7-dehydrocholesterol فى الجلد يتحول إلى فيتامين D₃ بالتعرض لأشعة الشمس فوق البنفسجية.
 - ٣- الحمض الأميني Tryptophan يتحول إلى نياسين.

مضادات الفيتامينات Anti - Vitamin

- هناك بعض المواد التى تعمل كمضاد لفعل الفيتامين مثل:
- ١- Avidin فى بياض البيض الذى يكون ومعتداً مع البيوتين (أحد فيتامينات B).
 - ٢- أنزيم Thiaminase فى بعض الأسماك غير المعاملة بالحرارة أو الحفظ يساعد فى هدم فيتامين B₁ (Thiamin).

الكميات الموصى بها (RDA) Recommended Dietary Allowances

أجريت العديد من الدراسات بهدف التعرف على الكميات التى يحتاجها جسم الإنسان من الفيتامينات على حسب السن والجنس والحالة الفسيولوجية.. وغيرها وتقوم لجان عالمية متخصصة فى الغذاء والتغذية بتحديد تلك الكميات وذلك بالنسبة لأفراد اصحاء يقومون بمجهودات جسمية متوسطة ويعيشون فى أجواء معتدلة الحرارة (جدول ٥-٢).

جدول (٢-٥) الكميات الموصى بها من الفيتامينات (RDA, ١٩٩٨)

الغذاء	السن (سنة)	الفيتامينات الذوبان في الدهون										الفيتامينات الذوبان في الماء					الغذاء
		A	D	E	K	B ₁	B ₂	B ₃	B ₆	فولاسين	B ₁₂	C	حمض فيتريك mg	B ₁₂	فولاسين	B ₆	
رضع	٠,٥-١	٢٧٥	٧,٥	٣	٥	٠,٣	٠,٤	٥	٠,٣	٣٠	٠,٣	٠,٣	٧	٠,٣	٣٠	٠,٣	رضع
	١,٠-١,٥	٣٧٥	١٠	٤	١٠	٠,٤	٠,٥	٦	٠,٦	٤٥	٠,٥	٣٥	٣	٠,٥	٤٥	٠,٦	
اطفال	٣-١	٤٠٠	١٠	٦	١٥	٠,٧	٠,٨	٩	١,٠	١٠٠	٠,٧	٠,٤	٣	١,٠	١٠٠	١,٠	اطفال
	٦-٤	٥٠٠	١٠	٧	٢٠	٠,٩	١,١	١٢	١,١	٢٠٠	١,٥	٤٥	٤	١,٥	٢٠٠	١,١	
	١٠-٧	٧٠٠	١٠	٧	٣٠	١,٠	١,٢	١٣	١,٤	٣٠٠	٢,٠	٤٥	٤	٢,٠	٣٠٠	١,٢	
نكفر	١٤-١١	١٠٠٠	١٠	١٠	٤٥	١,٣	١,٥	١٧	١,٧	٤٠٠	٢,٤	٥٠	٥	٢,٤	٤٠٠	١,٧	نكفر
	١٨-١٥	١٠٠٠	١٠	١٠	٦٥	١,٥	١,٨	٢٠	٢,٠	٤٠٠	٢,٤	٦٠	٥	٢,٤	٤٠٠	٢,٠	
	٢٤-١٩	١٠٠٠	١٠	١٠	٧٠	١,٥	١,٧	١٩	٢,٠	٤٠٠	٢,٤	٦٠	٥	٢,٤	٤٠٠	٢,٠	
	٥٠-٢٥	١٠٠٠	٥	١٠	٨٠	١,٥	١,٧	١٩	٢,٠	٤٠٠	٢,٤	٦٠	٥	٢,٤	٤٠٠	٢,٠	
	-٥١	١٠٠٠	٥	١٠	٨٠	١,٢	١,٤	١٥	٢,٠	٤٠٠	٢,٤	٦٠	٥	٢,٤	٤٠٠	٢,٠	
جنت	١٤-١١	٨٠٠	١٠	٨	٤٥	١,١	١,٣	١٥	١,٤	٤٠٠	٢,٤	٥٠	٥	٢,٤	٤٠٠	١,٤	جنت
	١٨-١٥	٨٠٠	١٠	٨	٥٥	١,١	١,٣	١٥	١,٥	٤٠٠	٢,٤	٦٠	٥	٢,٤	٤٠٠	١,٥	
	٢٤-١٩	٨٠٠	١٠	٨	٦٠	١,١	١,٣	١٥	١,٦	٤٠٠	٢,٤	٦٠	٥	٢,٤	٤٠٠	١,٦	
	٥٠-٢٥	٨٠٠	٥	٨	٦٥	١,١	١,٣	١٥	١,٦	٤٠٠	٢,٤	٦٠	٥	٢,٤	٤٠٠	١,٦	
	+٥١	٨٠٠	٥	٨	٦٥	١,٠	١,٢	١٣	١,٦	٤٠٠	٢,٤	٦٠	٥	٢,٤	٤٠٠	١,٦	
حوامل مرضعات		٨٠٠	١٠	١٠	٦٥	١,٥	١,٦	١٧	٢,٢	٦٠٠	٢,٦	٧٠	٧	٢,٦	٦٠٠	٢,٢	حوامل مرضعات
		١٢٠٠	١٠	١٢	٦٥	١,٦	١,٨	٢٠	٢,١	٥٠٠	٢,٨	٩٥	٧	٢,٨	٥٠٠	٢,١	

الفيتامينات الذوابة في الدهون Fat Soluble Vitamins

١- فيتامين A (Retinol)

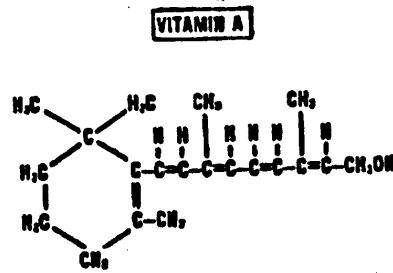
فيتامين A أول الفيتامينات الذوابة في الدهون إكتشافاً وذلك عام ١٩١٣. وفي عام ١٩٣٢ عرف أن الزيوت النباتية تحتوى على مواد مولدة الفيتامين A أهمها البيتاكاروتين. ولمكن التعرف على التركيب الكيميائى للفيتامين هام ١٩٣١ ولمكن تصنيعه عام ١٩٤٦.

التركيب الكيميائى لفيتامين A

سمى فيتامين A بالـ Retinol وهى كلمة مشتقة من Retina وهى قرينة العين — حيث تؤدي بها دوراً هاماً فى الرؤية — كما سيأتى ذكره. وتوجد عدة صور للفيتامين يسهل تحول بعضها لبعض هى:

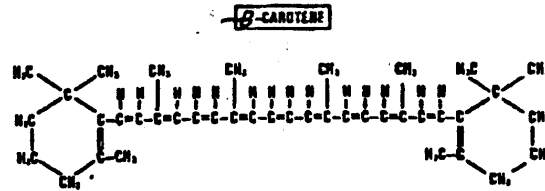
١- رتينول Retinol:

وهو عبارة عن كحول غير مشبع يتكون من حلقة بيتا أيونون B-ionone وسلسلة هيدروكربونية أليفاتية تحتوى على روابط مزدوجة (شكل ١-٥).



شكل (١-٥): التركيب الكيميائى للـ Retinol

- ٢- ريتينال Retinal: وهى عبارة عن أدهيد وله نفس النشاط الحيوى.
- ٣- حمض الرتينويك Retinoic Acid: وهو أيضاً نشط بيولوجياً.
- ٤- Retinyl Palmitate: وهو إستر ناتج من إتحاد الكحول مع الحمض الدهنى بالمتيك، وهو أكثر ثباتاً من الكحول ولكن ليس له الفعل الحيوى للفيتامين، ويسهل تحوله للصور النشطة.
- ٥- Dehydroretinal: وهو الصورة المؤكسدة للرتينول حيث به رابطة مزدوجة زائدة عن Retniol، وله نشاط يعادل ٤٠% من الرتينول - انتشاره محدود فى الأغذية حيث يوجد فى أصناف معينة من الأسماك.
- ٦- مولدات الفيتامين Provitamin A: يوجد على الأقل ١٠ مركبات فى الأغذية النباتية تعرف بالكاروتينات Carotenes تتحول فى الجسم إلى فيتامين A أهمها البيتا كاروتين (شكل ٥-٢)، ألفا كاروتين، الجاما كاروتين، الكربتودانثين.



شكل (٥-٢): التركيب الكيميائى للـ B- Carotene

ويقاس فيتامين A فى الأغذية وفى الجسم بوحدات مكافئ الرتينول RE حيث أن:

- ١- ميكروجرام مكافئ رتينول = ١ ميكروجرام ريتينول
- ٦ - ميكروجرام بيتاكاروتين
- ١٢ - ميكروجرام كاروتينات أخرى

وقديماً كانت وحدات القياس تعرف بالوحدة الدولية IU حيث أن الوحدة الدولية من فيتامين A تعادل ٠,٣ مكافئ رتينول.

خصائص فيتامين A ومولداته:

سهل الأكسدة وتفقد منه كميات كبيرة أثناء عمليات تحمير الأغذية، كما يتلف الفيتامين بالأكسدة عند تخزين الدهون المحتوية عليه، بينما البيتاكاروتين أكثر ثباتاً أثناء الطهي بل تصبح أكثر قابلية للامتصاص في جسم الإنسان.

مصادر فيتامين A ومولداته:

يوجد فيتامين A في الأغذية الحيوانية فقط في صورة كحول أو إستر وأهم مصادره كبد الحوت، كبد الماشية، والبيض والزبد والألبان كاملة الدسم. أما مولداته فتوجد في الأغذية النباتية في صورة صبغات صفراء أو برتقالي أو حمراء في الجزر والكانتيلوب والمشمش والطماطم... وغيرها كما توجد في الخضروات الورقية الخضراء مثل الملوخية والسبانخ والبروكلي... وغيرها (جدول ٥-٣).

ميثابوليزم فيتامين A ومولداته:

يُحصل على فيتامين A من الأغذية الحيوانية إما في صورة كحول (Retinol) أو في صورة إستر (Retinyl). يحدث تحلل مائي أثناء الامتصاص في المعاء الدقيقة أما الكاروتينات (مولدات فيتامين A) والمتحصل عليها من الأغذية النباتية فهي تمتص جزئياً من الأمعاء (٤٠-٦٠%) بعد تحويلها إلى كحول (Retinol) أو تمتص كما هي. وتنظم عملية تحويل الكاروتينات إلى فيتامين A بواسطة هرمون Thyroxine في وجود الزنك وفيتامين C. وجدير بالذكر أن تناول بعض العقاقير مثل الكورتيزون يقلل

من عملية تحول الكاروتين إلى فيتامين A، كما أن مرضى السكر لا يستطيعون تحويل الكاروتين إلى فيتامين A.

ينتقل فيتامين A في صورة أستر خلال الجهاز الليمفاوي إلى الدم ثم إلى الكبد حيث يخزن فيه حوالي ٩٥% من الفيتامين الموجود في الجسم. وتخزن الكميات الباقية في الأنسجة الدهنية والرئتين والكلى والعين. وعند الحاجة إلى الفيتامين فإنه يتحول مرة أخرى إلى كحول بواسطة إنزيم خاص حيث يتم نقله إلى الدم ليتحد مع بروتين خاص مكوناً معقداً من فيتامين A (كحول) - بروتين ويعرف بـ Retinol - Binding Protein (RBP) لينقل إلى جميع أجزاء الجسم حسب الحاجة. يحتوي الدم في الأحوال العادية على حوالي ٣٥-٤٠ ميكروجرام ريتينول لكل ١٠٠ مل دم.

جدول (٥-٣): محتوى بعض الأغذية من فيتامين A ومولداته

الغذاء	الكمية	فيتامين A ومولداته (مكافئ رتينول RE) mg
أغذية حيوانية		
كبد بقرى (محمّر)	١٠٠ جم	١٠٧٢٥
زيت كبد الحوت	(معلقة كبيرة)	٤٠٨٠
سردين معلب	(١ علبة)	٢٦٠
مارجرين أو زبد	(ملعقة كبيرة)	١١٠
بيض	(واحدة كبيرة)	٨٥
لبن ٣% دهن	(كوب)	٧٥
أغذية نباتية		
ملوخية مطهية	١٠٠ جم	٢٧٥٠
جزر (طازج)	واحدة	١٦٠٠
مانجو	ثمرة	٨٠٠
كانتلوب	— ثمرة	٥٠٠
شمش	ثمرة	٩٠

وظائف فيتامين A ومولداته:

١- المحافظة على الرؤية Maintenance of vision

فيتامين A ضرورى لتكامل خلايا استقبال الرؤية فى شبكة العين retina وهى النسيج الحساس ضوئياً، حيث تتكون من نوعين من خلايا الاستقبال هما خلايا القضبان rods المسئولة عن الرؤية فى الضوء الخافت أو الظلام وخلايا المخروطات Cone المسئولة عن الرؤية فى الضوء الساطع.

يتكون الإرجوان البصرى وهو ما يعرف Rhodopsin فى خلايا القضبان من إتحاد فيتامين A فى صورة ألدهيد (Retinal) مع مركب بروتينى يعرف بالـ Opsin.

وقدرة العين على الرؤية عند الانتقال من الضوء الساطع إلى الضوء الخافت تعتمد على مدى توافر فيتامين A فى الدم لتنظيم إعادة تكوين الإرجوان البصرى. ولهذا السبب فإن العمى الليلي Night Blindness من الأعراض الأولى لنقص فيتامين A. ووجد أن حقن الدم بالفيتامين يحسن هذه الحالة فى دقائق.

٢- النمو والصيانة وتمييز الخلايا

Growth, Repair and Cell Differentiation

فيتامين A ضرورى للنمو وبناء الأنسجة نتيجة لتأثيره على تخليق البروتين، كما أنه يؤثر على تخليق هرمون Thyroxine الذى ينظم العديد من العمليات الفسيولوجية اللازمة للنمو الطبيعى والصيانة. كما أنه ضرورى لتمييز الخلايا أى تحويل الخلية غير المتخصصة إلى خلية لها وظيفة متخصصة. ويعتقد أن الريتنول (كحول) هو الذى يقوم بتلك الأدوار.

٣- تطور العظام Bone Development:

لفيتامين A دور فى تكوين الهيكل العظمى وتجديد خلايا العظام والغضاريف والكولاجين، كما أنه يساعد على تكوين خلايا طبقة الإينامل فى الأسنان ويعتقد أن حمض الرتينويك هو المسئول عن ذلك.

٤- المحافظة على سلامة الجلد والخلايا الظلانية:

Health of Skin and Epithelial Cells

يلعب فيتامين A (فى صورة حمض الرتينويك) دوراً هاماً فى المحافظة على التركيب الطبيعى للجلد والخلايا والأغشية الظلانية - فهو يحمى تلك الأنسجة من الجفاف والموت ومن ثم العدوى ولذلك فهو ضرورى لحماية أغشية العين والجهاز التنفسى والأمعاء والجهاز البولى والتناسلى وغيرها علاوة على حماية الجلد الخارجى.

٥- تقوية الجهاز المناعى Immune System

تناول كميات كافية من فيتامين A ومولداته يساعد على تقوية الجهاز المناعى وحماية الأطفال - بصفة خاصة - من العدوى والموت، يرجع ذلك إلى أن فيتامين A يحفز كثير من وظائف الجهاز المناعى بالجسم مثل نشاط خلايا الدم البيضاء من نوع T-helper ، Phagocytes.

٦- الحماية من الإصابة بالسرطان Anti-Cancer

تعمل الكاروتينات وفيتامين A كمضادات أكسدة فتقتل الأضرار التى قد تنتج عن الشوارد الحرة Free radicals والتى قد تؤدى إلى ظهور طفرات سرطانية.

٧- الحماية من أمراض الأوعية القلبية:

Protection Against Cardivascular Disease

أظهر العديد من الدراسات أن الوجبات الغذائية الغنية بالكاروتينات تحمى الجسم من الإصابة بأمراض الأوعية القلبية، وقد يرجع ذلك إلى حماية

النيبو- بروتينات الخفيفة (LDL) من الأكسدة وخفض التلف الذى تسببه الشوارد الحرة Free radicals فى الأوعية القلبية.

٨- خفض مخاطر إصابة العين بالمياه البيضاء Cataracts:

ارتفاع مستوى الكاروتينات فى الوجبة يخفض من مخاطر الإصابة بالمياه البيضاء بالعين وقد يرجع ذلك إلى منع التلف الناتج عن الشوارد الحرة Free Radicals.

أعراض نقص فيتامين A:

يعتبر نقص فيتامين A ثانى مشاكل نقص التغذية فى العالم بعد نقص البروتين والطاقة - ويظهر النقص بصفة خاصة بين الرضع والأطفال - وتؤكد منظمة الصحة العالمية WHO أن أكثر من ٢٥٠ مليون طفل حول العالم يعانون من نقص فيتامين A - وأن مصر أصبحت من المناطق التى يعانى أطفالها بدرجة متوسطة من نقص فيتامين A.

ويمكن تلخيص أهم أعراض أمراض النقص فيما يلى:

١- **العين:** أول أعراض النقص هو العمى الليلى الناتج عن غياب الإرجوان البصرى، واحتمال الإصابة بالمياه البيضاء Cataracts. كما أنه حدوث النقص لفترة طويلة يؤدي إلى جفاف العين والذى يعرف بـ Xerophthalmia والذى يؤدي إلى العمى - ويصاب سنوياً بهذا المرض حوالى ١٠٠ ألف شخص على مستوى العالم.

٢- **الجلد والأششية الطلائية:** نقص فيتامين A لمدة طويلة يؤدي إلى التهاب الجلد وخشونته وتغلظه وانتشار بثور عليه عبارة عن بروتين المعروف بالكراتين Keratin وتعرف هذه الحالة الكرايتنة Keratinization وحينئذ لا تستطيع الخلايا القيام بعملها ثم تموت ويصبح الجلد عرضه للإصابة بالميكروبات.

٣- **النمو والعظام:** يؤدي نقص فيتامين A إلى بطئ نمو الأطفال ولين العظام والأسنان.

الكميات الموصى بها من فيتامين A:

حيث أن فيتامين A يخزن في الكبد لمدة طويلة قد تصل إلى ثلاث سنوات أو أكثر فإنه من الصعب تحديد الكميات اليومية اللازمة منه إلا أنه يوصى بتناول حوالي ٤٠٠ ميكروجرام (مكافئ رتينول) للرضع وحتى سن ٣ سنوات تزداد لتصل إلى ١٠٠٠ ميكروجرام للبالغين من الرجال، ٨٠٠ ميكروجرام للبالغات و ١٠٠٠ ميكروجرام، ١٢٠٠ ميكروجرام خلال فترتي الحمل والإرضاع، على التوالي (جدول ٥-٢).

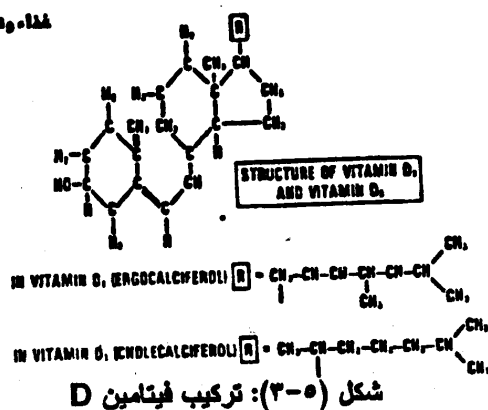
السمية: تحدث حالات تسمم عند تناول جرعات كبيرة (حوالي ٣٠ مرة ضعف الموصى به) يومياً لعدة شهور. وتشتمل تلك الأعراض على جفاف الجلد وسقوط الشعر وآلام شديدة في العظام وتضخم الكبد والطحال ولوحظ أن فيتامين C قد يمنع التأثير السام لزيادة فيتامين A.

٢- فيتامين D Calciferol

اكتشف فيتامين D بعد اكتشاف فيتامين A حيث يوجدان معاً في الأغذية الدهنية وعرف في عام ١٩٢٢ أن فيتامين D يقي من الإصابة بالكساح Rickets، على الرغم من أن مرض الكساح معروف منذ القرن السابع عشر (عام ١٦٤٥). وفي عام ١٩٣٦ عرف أن فيتامين D يمكن تخليقه في جسم الإنسان عن طريق التعرض لأشعة الشمس فوق البنفسجية، وذلك عن طريق تحويل مادة تشبه الكوليسترول موجودة في الطبقة الدهنية تحت الجلد.

التركيب الكيميائي لفيتامين D:

توجد صورتان لفيتامين D هما D₂, D₃ وكليةما عبارة عن ستيروول كما يتضح من الشكل (٥-٣).



ويعرف فيتامين D عموماً بـ Calciferol بينما فيتامين D₂ يسمى Ergocalciferol وفيتامين D₃ يسمى Cholecalciferol.

خصائص فيتامين D:

تفقد كميات صغيرة من فيتامين D أثناء طهي الأغذية، حيث أنه ثابت لحد كبير الحرارة - خاصة في غياب الأكسجين.

المصادر الغذائية لفيتامين D:

أهم المصادر الغذائية الغنية بفيتامين D₂ هي الخميرة، بينما فيتامين D₃ يوجد في زيت كبد الأسماك، البيض وبعض منتجات اللبن المدعمة بالفيتامين. والجدول رقم (٤-٥) يوضح محتوى بعض الأغذية من فيتامين D.

جدول (٤-٥): محتوى بعض الأغذية من فيتامين D

الغذاء	الكمية	ميكروجرام فيتامين D
زيت كبد الحوت	ملعقة كبيرة	٥٧
سلامون	١٠٠ جرام	١٥
تونة معلبة	علبة	١٠
بيض	واحدة متوسطة	٢
زبد	١٠٠ جرام	١

١ ميكروجرام فيتامين D = ٤٠ وحدة دولية

ميتابوليزم فيتامين D:

يتم إمتصاص فيتامين D الموجود في الوجبة من جدر الأمعاء في وجود الدهون وأملاح الصفراء - أما الفيتامين المُخلق في الجسم من تعرض مولده الموجود في الطبقة تحت الجلد (وهو 7-dehydrocholesterol) لأشعة الشمس، فإنه يسير مع تيار الدم حيث يرتبط ببروتين (Globulin) ليكون معقد D-binding protein. الذي ينتقل إلى الكبد ليتحول إلى المركب 25, Hydroxychole- calcifrol ويرمز بالرمز 25-OH- D_3 أو 25-HCC وهي صورة نشطة للفيتامين. وينتقل هذا المركب من الكبد إلى الكليتين حيث يتحول إلى 1.25 Dihydroxychole colcalciprol أو $(OH)_2 - 1.25$ وهي الصورة الأكثر نشاطاً للفيتامين وتعمل كهرمون وتنتقل عبر الدم إلى مناطق الجسم حسب الحاجة ويخزن فيتامين D في الأنسجة الدهنية والعضلات، وبعضاً منه يوجد في الكبد والمخ والرئتين والطحال والعظام والجلد. والكميات التي يستطيع الجسم تخزينها من فيتامين d محدودة مقارنة بفيتامين A. ويخرج فيتامين D مع البراز وحوالي ٤% من الكمية المتناولة تفقد في البول.

وظائف فيتامين D:

ترتبط وظيفة فيتامين D أساساً بميتابوليزم الكالسيوم والفوسفور وأهم هذه الوظائف مايلي:

- ١- **إمتصاص الكالسيوم:** يساعد فيتامين D على زيادة إمتصاص الكالسيوم من الأمعاء الدقيقة، ولوحظ أنه في حالات نقص فيتامين D تفقد كميات كبيرة من كالسيوم الوجبة مع البراز.
- ٢- **الحفاظة على مستوى الفوسفات:** الكميات الكافية من فيتامين D تشجع على: تحسين إمتصاص الفوسفور دون الإعتماد على إمتصاص الكالسيوم وزيادة إعادة إمتصاص الفوسفات من الكلى.

ولوحظ أنه في حالات نقص فيتامين D فإنه تفقد كميات كبيرة من الفوسفات مع البول وينخفض مستواها في العظام.

٣- ميتابوليزم العظام والأسنان: يتطلب النمو الطبيعي للعظام والأسنان وجود فيتامين D وذلك لأهمية الفيتامين في المحافظة على مستوى الكالسيوم في الدم في الحدود الطبيعية. والمحافظة على نسبة الكالسيوم: الفوسفور في الدم هامة حيث أنها تؤثر في عملية ترسيب الكالسيوم في العظام. علاوة على دوره في حفظ مستوى حمض الستريك مناسباً لحركة العناصر المعدنية في العظام.

٤- المحافظة على مستوى الأحماض الأمينية في الدم: يؤثر فيتامين D على مستوى الأحماض الأمينية في الدم عن طريق حمايتها من الفقد عن طريق الكلى، حيث لوحظ ارتفاع نسبة الأحماض الأمينية في البول عندما ينخفض فيتامين D في الجسم.

٥- النظام المناعي: يدخل فيتامين D في تنظيم الجهاز المناعي - حيث أنه يقوم ببعض الوظائف التي تؤثر على خلايا الدم البيضاء المعروفة بـ lymphocytes , Monocytes.

٦- إنتاج الهرمونات: يلعب فيتامين D دوراً هاماً في إنتاج هرمون الإنسولين بواسطة البنكرياس والذي يساعد في تنظيم مستوى سكر الدم. كما أن فيتامين D ينظم وظائف الغدة الدرقية Parathyroid gland ووظائف الهرمون الناتج منها، وقد يلعب دوراً في معالجة الغدة فوق الدرقية زائدة النشاط.

٧- الجهاز العصبي: إن تنظيم مستوى الكالسيوم في الدم هام جداً لنقل الإشارات العصبية إلى العضلات، وحيث أن فيتامين D هو المسئول عن تنظيم مستوى الكالسيوم في الدم، فبالتالي له دور في قدرة الأعصاب على توصيل الإشارات إلى العضلات.

أعراض النقص:

١- الكساح rickets ولين العظام Osteomalacia وهشاشة العظام Osteoporosis
إن نقص فيتامين D يؤدي إلى عدم كفاءة امتصاص كل الكالسيوم
والفوسفور من الأمعاء وخلل في نظام حركة المعادن في العظام والأسنان،
يتبعها تشوه الهيكل العظمي مما يؤدي إلى إصابة الأطفال بالكساح حتى لو
كانت كميات الكالسيوم والفوسفور بالوجبة مناسبة (حيث أن الكساح ينتج
أيضاً من نقص الكالسيوم أو الفوسفور أو عدم مناسبة نسبتها لبعضهما
البعض) حيث تصبح العظام لينه Soft، وتنفوس نتيجة لقل وزن الجسم
عليها. أما في الكبار فإن نقص فيتامين D يؤدي إلى ما يعرف بلين العظام
حيث تصبح العظام لينه مع الشعور بالآلم بالإضافة إلى ضعف وليونة
العضلات. كما يؤدي نقص فيتامين D إلى هشاشة العظام حيث تصبح أخف
وزناً وأقل كثافة وسهلة الكسر، وغالباً ما تكون النساء عرضة لهشاشة
العظام عن الرجال.

٢- فقد حاسة السمع:

في الحالات الشديدة لنقص فيتامين D يحدث فقد لحاسة السمع نتيجة
لليونة عظام الأذن الداخلية.

٣- البول السكري:

حيث أن لفيتامين D علاقة بميتابوليزم الجلوكوز فإن نقصه يؤدي
إلى خفض إفراز الإنسولين مما يتيح فرصة الإصابة بمرض البول السكري،
وقد أوضحت نتائج بعض الدراسات أن تناول مستحضرات فيتامين D
ساعدت على الحماية من البول السكري.

الكميات الموصى بها RDA:

يتضح من بيانات جدول (٥-٢) أن الكميات الموصى بها من فيتامين
D حوالي ٧,٥ ميكروجرام يومياً خلال السنة شهور الأولى من العمر، تزداد

إلى ٢٠ ميكرو جرام حتى ٢٤ عام لكل من الذكور والإناث ثم نقل الاحتياجات بعد هذه السن إلى ٥ ميكرو جرام ويجب الاهتمام بتوفير تلك الاحتياجات أثناء الحمل والرضاعة حيث تحتاج الحامل والمرضع إلى فيتامين D لبناء الهيكل العظمى للجنين ولتكوين اللبن.

السمية: وجد أنه ليس هناك ضرر من تناول كميات تعادل ٤ - ٥ أضعاف الموصى بها يومياً، إلا أن تناول كميات أعلى من ذلك تؤدي إلى ظهور أعراض تسمم منها الإسهال والقئ وفقد الشهية والعطش والدوخة والهزال، وإذا استمر تناول الكميات الزائدة من فيتامين D فإنه يرتفع مستوى الكالسيوم والفسفور في الدم كما يزداد إفرازها مع البول، وقد يترسب الكالسيوم في بعض أنسجة وأعضاء الجسم مثل القلب والرئتين والكلى.

٢- فيتامين E Tocopherols

اكتشف فيتامين E في حوالى عام ١٩٢٠ عندما غذيت فئران على وجبات خالية منه وفقدت القدرة على الإنجاب، وفي عام ١٩٢٢ تمكن Evans وآخرون من علاج الفئران المصابة بنقص فيتامين E بتغذيتها على زيت جنين القمح والخس، وقام Evans بعزل الفيتامين من مصادره الطبيعية في عام ١٩٣٦ وأمكن تخليقه بعد التعرف على تركيبه الكيميائى في عام ١٩٣٨. وترجع تسمية الفيتامين إلى العالم Evans حيث أخذ الحرف الأول من اسمه وسمى توكوفيرول بعد التعرف على تركيبه الكيميائى حيث يدل -ol على أنه الكحول، بينما توكوفيرول تعنى باللغة اليونانية الحمل أو الإنجاب. ومنذ عام ١٩٥٩ تأكدت أهمية فيتامين E للإنسان ووضعت مقررات غذائية له.

التركيب الكيميائي لفيتامين E:

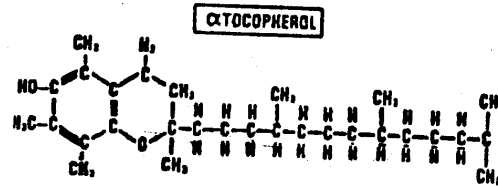
يشتمل فيتامين E على ثمانية مركبات منها ألفا ، بيتا ، جاما ، و دلتا توكوفيرول، والألفا هو الأكثر نشاطاً بينما التوكوفيرولات الأخرى لها نشاط يتراوح ما بين ١-٥٠% مقارنة بالألفا توكوفيرول. كما يوجد الفيتامين في صورة خلاص Acetate أى إستر لحامض الخليك وهى أكثر ثباتاً من الكحول ولها نفس النشاط الحيوى (شكل ٤-٥).

خصائص فيتامين E:

ثابت للأحماض والحرارة فى غياب الأكسجين - ويفقد أثناء استخلاص الزيوت باستخدام درجات حرارة عالية فى وجود الأكسجين، بينما يفقد بكميات قليلة أثناء طهى الأغذية.

المصادر الغذائية لفيتامين E:

توجد التوكوفيرولات بكميات صغيرة فى كثير من النباتات حيث يوجد الفيتامين فى جدر الخلايا ليحمى الأحماض الدهنية غير المشبعة من الأكسدة. وتعتبر الزيوت النباتية مصادر غنية بفيتامين E وأهمها زيت جنين القمح ويفضل استخلاص الزيوت بطرق الضغط على البارد حتى لا يفقد الفيتامين عند تعرضه لدرجات الحرارة العالية والأكسدة.



شكل (٤-٥): التركيب الكيميائي للألفا - توكوفيرول

وتعتبر النباتات الخضراء مثل الخس والكرفس والبروكلي والخضروات الورقية الخضراء عامة مصادر جيدة لفيتامين E كما أنه يوجد في صفار البيض والكبد والمكسرات، ودهون اللين والزبد. ويحتوى لبن الإنسان على حوالى ٢ - ١٠ أضعاف محتوى اللبن البقرى من فيتامين E. (جدول ٥ - ٥).

ويقدر فيتامين E بالوحدة الدولية أو المليلجرام ألفا - توكوفيرول حيث أن الوحدة الدولية من فيتامين E = ٠,٦٧ ملجم ألفا - توكوفيرول. (١ ملجم ألفا توكوفيرول = ١,٥ IU).

ميثابوليزم فيتامين E:

يتم امتصاص فيتامين E مثل الفيتامينات الأخرى القابلة للذوبان في الدهون. وحوالى ٢٠% - ٦٠% فقط من فيتامين E المتناول يتم امتصاصه بينما النسبة الباقية تخرج أساساً مع البراز، وكميات صغيرة تقفد مع البول. ويلاحظ انخفاض معدل الامتصاص والتمثيل بين كبار السن.

جدول (٥-٥): محتوى بعض الأغذية من فيتامين E

فيتامين E (مليجرام ألفا توكوفيرول)	الكمية	الغذاء
٣٠ - ٢٥	ملعقة صغيرة	زيت جنين القمح
٢٠ - ١٥	¼ كوب	بذرة عباد الشمس
١٠ - ٥	½ كوب	فول السودانى
٣ - ٢	ملعقة صغيرة	زيت نره
٢ - ١	ملعقة صغيرة	زيت زيتون
٢ - ١	١ كوب	سبانخ (مطهى)
٠,٥	واحدة متوسطة	بيض
٠,٥	ثمرة متوسطة	طماطم

ويحتوى دم الإنسان البالغ على حوالى ١ مجم توكوفيرول لكل ١٠٠ مل ويجب أن تكون نسبة فيتامين E إلى الدهون الكلية بالدم حوالى ٠,٨ ملجرام فيتامين E لكل واحد جرام دهون. ويخزن فيتامين E أساساً فى الأنسجة الدهنية بالجسم، كما يخزن فى بعض الأعضاء مثل الكبد والقلب والغدة النخامية والأدرنال والبرثة والرحم.

وظائف فيتامين E:

١- مانع للأكسدة Anti-Oxidant:

أهم وظيفة لفيتامين E أنه يعمل كمانع للأكسدة، مع بيتاكاروتين فى الجزء الدهنى وفيتامين C فى الجزء المائى، حيث يرتبط مع الدهون الموجودة فى جدر الخلايا ليحميها من المواد السامة والعناصر الثقيلة والعقاقير والإشعاع والشوارد الحرة (شكل ٥-٥)، ويحمى الكوليسترول من تلف الأكسدة. ولهذا الدور المانع للأكسدة لفيتامين E أهمية كبيرة لحماية الجسم من كثير من الأمراض مثل أمراض القلب والسرطان.. وغيرها.



- الأصول الحرة يمكن أن تهدم الخلايا بمهاجمة الغشاء الخارجى
- وجود فيتامين E (E) وبيتا-كاروتين فى غشاء الخلية (الجزء الدهنى) وفيتامين C (C) فى الجزء المائى منها يساعد على الوقاية من الهجوم الضار للأصول الحرة

شكل (٥-٥): دور فيتامين E وبعض مضادات الأكسدة فى حماية جدر الخلايا من هجوم الأصول الحرة

٢- حماية العين Eye Protection

فيتامين E ضرورى لنمو وتطور قرنية العين retina وحماية العين من الاثار الضارة للشوارد الحرة والتي تشمل الكتاراكت (وجود مياه بالعين وعتامة عدسة العين). كما أن فيتامين E يحمى فيتامين A الموجود بالعين من الهدم بواسطة الأكسدة.

٣- الحماية من الشيخوخة Protection Against Aging

يلعب فيتامين E دوراً هاماً فى حماية الجسم من الشيخوخة وذلك بسبب تأثيره المانع للأكسدة حيث يقوم بحماية الأنسجة وخاصة الجلد والأوعية الدموية من الآثار الضارة للشوارد الحرة. وفى دراسات تمت على حيوانات التجارب أظهرت نتائجها أن الجرعات العالية من فيتامين E تساعد فى حماية الجسم من أعراض الشيخوخة وخاصة حماية الجهاز المناعى، الجهاز العصبى المركزى وحماية الذاكرة من التدهور.

٤- الحماية من السرطان Protection Against Cancer

لوحظ عند تناول مستحضرات فيتامين E وخاصة مع المعدن النادر السليمنيم لمرضى السرطان، تحسناً كبيراً فى الحالة الصحية للمرضى. وقد يرجع ذلك إلى دور فيتامين E فى حماية جدار الخلية والكروموسوم من التلف الذى يؤدى إلى تغيرات سرطانية. كما أن فيتامين E يثبط النمو غير الطبيعى للخلية. وتشير أيضاً نتائج بعض الدراسات أن فيتامين E يحمى الجسم من بعض المواد المسرطنة والتي تتكون فى المعدة من نيترات الوجبة حيث يعمل E على تثبيط تكوين تلك المادة الضارة بالصحة.

حماية الجسم من الأضرار مرض البول السكرى:

قد يعمل فيتامين E على تحسين كفاءة الأنسولين فى بعض مرضى البول السكرى، كما أنه يحمى هؤلاء المرضى من أكسدة الكوليسترول السيئ

L D Lc. يتضح من نتائج بعض الدراسات أن مستحضرات فيتامين E ساعدت بدرجة معنوية على خفض أكسدة الدهون وخفض مستوى الدهون بين مرضى البول السكرى. كما أن فيتامين E يحمى خلايا بيتا بالبنكرياس والمسئولة عن إفراز الأنسولين.

الخصوبة:

دلت بعض التجارب على الحيوانات أن الجرعات المتوسطة من فيتامين E تزيد من قابلية الحيوان المنوى على تخصيب البويضة. وتدل بعض الدراسات الحديثة أن مستحضرات فيتامين E قد تساعد فى زيادة خصوبة الرجال.

أعراض نقص فيتامين E:

لوحظ نقص فيتامين E فى المواليد المبسترين (ناقصى النمو) واشتملت أعراض النقص على الإصابة بنوع من الأنيميا يعرف بـ hemolytic anemia حيث تهدم خلايا الدم الحمراء والسبب فى ذلك هو احتواء تلك الخلايا على كميات كبيرة من الأحماض الدهنية غير المشبعة والتي تحتاج فيتامين E لحمايتها من الأكسدة، كما أشتملت أعراض النقص فى الأطفال على احتفاظ الجسم بالماء، وأمراض بالعين.

أما فى الكبار فإن أعراض نقص فيتامين E تشتمل على تلف بالأعصاب وعدم القدرة على التركيز، انخفاض مستوى هرمون الغدة الدرقية وانخفاض مناعة الجسم علاوة على الإصابة بالأنيميا.

أما النقص الشديد لفيتامين E فهو نادر الحدوث للإنسان حيث أن الفيتامين يوجد بصورة واسعة الانتشار فى الأغذية كما يستطيع الجسم تخزين فيتامين E فى الأنسجة الدهنية، إلا أن هناك بعض حالات مرضى الكبد وحالات سوء امتصاص الدهون قد تظهر عليها أعراض النقص الشديد

لفيتامين E أن كبار السن قد يكونون عرضة لنقص فيتامين E. وتشير نتائج الدراسات على أعراض نقص فيتامين E أنها تتمثل في زيادة مخاطر الإصابة بأمراض القلب، السرطان وأمراض أخرى وذلك بسبب انخفاض مستوى فيتامين E في الدم.

الكميات الموصى بها من فيتامين E:

تزداد احتياجات الجسم من فيتامين E بزيادة كمية الدهون غير المشبعة المتناولة مع الوجبة، وعموماً فإن الفيتامين غالباً يوجد مع الدهون غير المشبعة ومن ناحية أخرى فإنه نقل الحاجة إلى الفيتامين في حالة توافر عنصر السيلينيم وبعض المواد المانعة للأكسدة. وعموماً فإنه يوصى بتناول ٠,٤ مجم توكوفيرول لكل واحد جرام من الدهون عديدة عدم التشبع. وكما يتضح من جدول (٥-٢) أن يوصى بتناول ٣ - ٤ مجم ألفا - توكوفيرول خلال السنة الأولى من العمر تزداد إلى ٦-٧ مجم خلال مرحلة الطفولة من سنه إلى ١٠ سنوات لتصل إلى ١٠ مجم للذكور، ٨ مجم للإناث في مراحل العمر المختلفة وتزداد أثناء الحمل إلى ١٠ مجم وأثناء الإرضاع إلى ١٢ مجم.

السمية:

نادراً ما يحدث تسمم عند زيادة الكميات المتناولة من فيتامين E، إلا أن الزيادة بدرجة كبيرة تعوق ميتابوليزم فيتامين A.

٤- فيتامين K

عرفت أهمية فيتامين K منذ عام ١٩٢٩ وأمكن فصله من مصادره المختلفة منذ أعوام ٣٥ - ١٩٣٩ وتم التعرف على التركيب الكيميائي وتخليق الفيتامين عام ١٩٣٩. ويسمى بالعامل المسبب لتجلط الدم Koagulation factor بواسطة Dam العالم الدانمركي ولذلك عرف

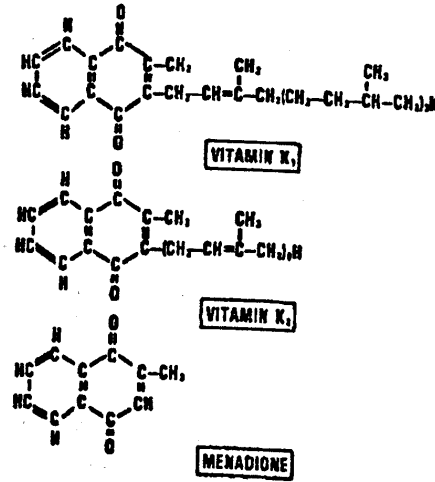
بفيتامين (K). ويشتمل الفيتامين على ثلاثة صور تذوب في الدهون وهي عبارة عن كينونات quinines. فيتامين (K₁) يخلق في النباتات (K₂) يخلق في الحيوانات والبكتيريا ومنها بكتيريا الأمعاء، (K₃) يحضر صناعياً وهو قابل للذوبان في الماء أيضاً.

التركيب الكيميائي لفيتامين K:

مركبات فيتامين K تحتوي على 1,4-2-methy naphtoquinone وفيتامين (K₁) عبارة عن Phylloquinone، فيتامين (K₂) يسمى Menaquinone، بينما فيتامين Menaphthone (K₃) أو Menadione (شكل ٦-٥).

خصائص فيتامين K

ثابت للحرارة وحساس للضوء، ويفقد فعله الحيوي بالأكسدة وبناثير الأحماض والقلويات القوية. يفقد أثناء تجميد الأغذية.



شكل (٦-٥): التركيب الكيميائي لفيتامين K

المصادر الغذائية لفيتامين K:

أهم مصادر الخضروات الورقية مثل السبانخ والبروكلى والكرنب وكذلك الجزر والخيار والطماطم. كما أنه يوجد فى الزيوت النباتية كزيت الزيتون وفول الصويا وتحتوى منتجات اللبان على كميات منخفضة من فيتامين K (جدول ٥-٦). ويقوم الجسم بتخليق فيتامين K بواسطة بكتريا الأمعاء بكميات غير كافية ولا بد من إستكمالها عن طريق الغذاء.

ميثابوليزم فيتامين K:

يتمص فيتامين K مثل بقية الفيتامينات للذوبان فى الدهون حيث يحتاج لوجود كل من الدهون وأملاح الصفراء. ويتمص حوالى من ١٠ - ٧٠% من فيتامين K الموجود فى الأمعاء سواء كان مصدره الغذاء أو مخلق بواسطة بكتريا الأمعاء، وتؤكد نتائج بعض الدراسات أنه فى الأحوال الطبيعية فإن حوالى نصف الاحتياجات اليومية من فيتامين K تغطى عن طريق الغذاء والنصف الآخر عن طريق بكتريا الأمعاء.

جدول (٥-٦): محتوى بعض الأغذية من فيتامين K

فيتامين K (مجم)	الكمية	الغذاء
٢٠٠	½ كوب	بروكلى - مطهى
١٠٠	¼ كوب	سبانخ - مطهى
٦٠-٥٠	½ كوب	خس
٥٠-٤٥	½ كوب	كرنب
٣٠-٢٥	ملعقة صغيرة	زيت فول صويا
٢٠-١٥	½ كوب	بسلة خضراء (مطهية)
١٥-١٠	½ كوب	جزر (مطهى)
١٠-٥	½ كوب	بطاطس (مطهى)
٨-٥	درة متوسطة	زيت زيتون
٨-٥	ملعقة صغيرة	طماطم
٧-٣	ثمره متوسطة	خيار
	ثمره متوسطة	

بعد الامتصاص فإن فيتامين K يرتبط بالبيتا - ليبوبروتين وينتقل إلى الكبد وأنسجة أخرى، ويخزن بكميات منخفضة في الكبد، وأيضاً في الأحوال الطبيعية فإن ٥٠% من الفيتامين المخزن يكون في صورة (K₁) المتحصل عليه من الوجبة، ٥٠% الأخرى في صورة (K₂) الناتج من تخليق بكتريا الأمعاء. يتم إخراج الفيتامين مع كل من البراز والبول.

وظائف فيتامين K:

١ - تجلط الدم Blood clotting

يقوم الفيتامين بوظيفته الأساسية في الكبد حيث يساعد في تخليق مواد بروتينية في الكبد ضرورية لعملية تجلط الدم عند حدوث جرح. لذلك فإن فيتامين K يعرف بالفيتامين المانع لسيولة الدم Anti-Hemorrhage. تشمل هذه المواد البروتينية على الـ Proconvertin, Prothrombin وغيرها، كما أنه له دور في تحويل الـ Prothrombin إلى Thrombin وهو أيضاً بروتين هام لتكوين الجلطة الدموية. وفي حالة نقص فيتامين K فإنه ينخفض مستوى تلك المواد في الدم مما يؤدي إلى إطالة فترة تجلط الدم عند حدوث جروح بالجسم.

٢ - ميتابوليزم العظام Bone metabolism:

فيتامين K ضروري لتحويل بروتين يعرف بالـ Osteocalcin إلى صورة نشطة، وهذا البروتين ينظم وظيفة الكالسيوم في عملية إضافة المعادن للعظام. كما أن فيتامين K ضروري لوظيفة بروتين آخر يعرف بالـ MGP والذي يوجد في العظام والأسنان والغضاريف.

٣ - وظيفة الكلى Kidney Function

فيتامين K ضروري لإنتاج بروتين هام للكلى حيث أنه يقوم بتنشيط تكوين أكسالات الكالسيوم أي تكوين حصاوى الكلى. ويؤكد ذلك انخفاض

فرص تعرض النباتيين لتكوين حصاوى الكلى حيث يرتفع فيتامين K فى وجباتهم.

أعراض نقص فيتامين K:

لم تلاحظ حالات نقص لفيتامين K فى الإنسان لتوافره فى مختلف الأغذية وخاصة النباتية بالإضافة إلى تخليقه فى الجسم بواسطة بكتريا الأمعاء. وقد تحدث حالات النقص عند الإصابة بالإسهال المزمن، وأمراض الكبد، وسوء الامتصاص، وبين كبار السن وحديثى الولادة والمبسترين، أو عند تناول المواد المانعة لتجلط الدم.

وأهم أعراض نقص الفيتامين تشمل على:

١- النزيف Bleeding

حيث تزداد فترة تجلط الدم مع النزيف من الأنف، ونزول دم مع البول أو مع البراز.

٢- هشاشة العظام Osteoporosis

لوحظ إنخفاض مستوى فيتامين K فى دم مرض هشاشة العظام.

الكميات الموصى بها من فيتامين K RDA

يوصى بتناول ١ ميكروجرام من فيتامين K لكل جم من وزن الجسم جدول (٥-٢).

السمية:

لم تلاحظ أى أعراض سمية نتيجة لتناول كميات كبيرة من فيتامين K الطبيعى (K_1 , K_2) بينما تناول جرعات كبيرة من الفيتامين المصنع (K_3) والمعروف بأل Menadione فقد تسبب فى حدوث Hemolytic anemia الناتجة عن تكسير خلايا الدم الحمراء وتليف الكبد.

الفيتامينات الذوابة فى الماء Water Soluble Vitamins

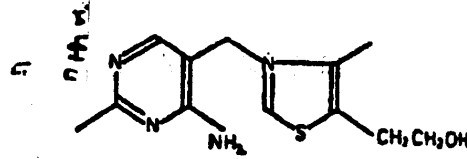
أ- فيتامينات مجموعة B

تشتمل مجموعة فيتامين B على عدة فيتامينات تعمل مع بعضها البعض أى بينها علاقات وظيفية مرتبطة بشدة، ولذا فإن الجسم يحتاجها مجتمعة. وهى توجد مجتمعة أيضاً فى كل من الأغذية النباتية والحيوانية كما يمكن تخليقها بواسطة بكتيريا الأمعاء. وتشمل ٩ فيتامينات هى الثيامين والريبوفلافين والنياسين والبيروكسين والفولاسين والكوبلامين وحمض البنتوتنيك والبيوتين والكولين.

١- الثيامين (B₁) Thiamin

تركيب الثيامين:

يتكون جزئ الثيامين من حلقة بريميدين Pyrimidine ring وكحول الثيازول Thiazol يرتبطان معاً عن طريق رابطة مثيلينية ويحتوى الفيتامين على ذرة نتروجين رباعية (شكل ٧-٥) ويُصنع الفيتامين فى صورة هيدروكلوريد الثيامين.



شكل (٧-٥): التركيب الكيميائى للثيامين B₁

خصائص الثيامين:

يفقد ما بين ٢٠ - ٤٠% أو أكثر من الثيامين أثناء طهي الأغذية أما بسبب الذوبان في الماء أو بسبب الحساسية لحرارة والأكسدة. كما يفقد الثيامين أثناء تجفيف بعض الأغذية بمعاملتها بغاز ثاني أكسيد الكبريت حيث تنفصل حلقة البريميدين عن الثيازول ويفقد الفيتامين فعله الحيوى.

مصادر الثيامين:

أهم مصادر الثيامين هي الحبوب الكاملة والدقيق الأسمر حيث يتركز الفيتامين في أغلفة الحبوب أو الردة إذ تحتوى على حوالى ٩٠% منه بينما الدقيق الأبيض لا يحتوى على أكثر من ١٠%. ويوجد الثيامين تقريباً في جميع الأغذية النباتية والحيوانية وأهمها البقوليات، المكسرات، اللحوم، الكبد، والخميرة واللبن ومنتجاته ومعظم الخضروات (جدول ٥-٧).

ميتابوليزم الثيامين:

تستطيع بكتريا الأمعاء تخليق جزء من إحتياجات الجسم من الثيامين. يمتص الثيامين بسرعة وبسهولة من الأمعاء الدقيقة. ثم ينتقل مع الدم إلى الكبد وأنسجة الجسم المختلفة حيث يتحول بعملية فسفرة Phosphorylation إلى مرافق إنزيمى هو (Thiamine pyrophosphate) (TPP).

Thiamin - Phosphate وهو من نوع Co- Carboxylase وتتم عملية الفسفرة في خلايا الكبد بصفة أساسية كما يمكن أن تتم في أنسجة الجسم الأخرى وتفرز الكميات الزائدة من الفيتامين مع البول بعد عملية نزع الفسفور Dephosphorylation والتي تتم في الكلى حيث يفرز الفيتامين الحر (Thiamin) مع البول وكميات قليلة منه تفرز مع العرق.

جدول (٥-٧): محتوى بعض الأغذية من الثيامين

الثيامين (مجم/ ١٠٠م)	الغذاء
	أغذية نباتية:
٠,٥ - ٠,٣٦	دقيق كامل
٠,٤ - ٠,٣	٨٥% استخلاص
١,٠ - ٠,٠٧	٧٢ استخلاص
٠,٥	ارز كامل
٠,٣	ارز بدون قشر
٢,٣٠	قشر الارز
٠,٣٦	بسلة خضراء
٠,٦ - ٠,٤	بقوليات أخرى
٠,١ - ٠,٨	بطاطس
	أغذية حيوانية:
٠,٦	لحم بقرى
٠,١	دجاج
٠,٠٤٥	لبن بقرى

وظائف الثيامين:

الثيامين فى صورته كمرافق أنزيمى (TPP) ضرورى لمعظم التفاعلات التى تتم فى الخلية وأهمها:

١- إنطلاق الطاقة:

حيث يساعد على إزالة المجموعة الكربوكسيلية أثناء ميتابوليزم المواد الكربوهيدراتية والدهنية. ومثال على ذلك إزالة المجموعة الكربوكسيلية من حمض البيروفيك.

٢- النمو والتطور:

للتياين دور فى سلامة عضلات الجهاز الهضمى وعلى ذلك فإنه يؤثر على الهضم ومدى الاستفادة من الغذاء وبالتالي على النمو، وخاصة الأطفال أثناء مراحل نموهم السريعة.

٣- سلامة المخ والجهاز العصبي:

الثيامين ضروري لتخليق الأسيتيل كولين - وهو ناقل عصبي - يؤثر على العديد من وظائف المخ وأهمها التفكير.

٤- إنتاج الدم ووظائف المناعة:

يساعد مرافق الإنزيم TPP في تكوين سكر الريبوز والذي يدخل في تكوين الأحماض النووية RNA, DNA.

أعراض نقص الثيامين:

عمراني النقص

نادراً ما يحدث نقص في الدول المتقدمة حيث يتم تدعيم دقيق ومنتجات الخبز بالثيامين. أما في الدول النامية فقد ينتشر نقص الثيامين وخاصة بين الأطفال والمراهقين والبالغين الواقعين تحت ضغوط، والرياضيين والحوامل وكبار السن. وعموماً فإن نقص الثيامين يؤثر على جميع خلايا الجسم. وهناك أعراض عامة تظهر في بداية النقص تشمل على: التعب، عدم القدرة على التركيز، صداع. أما الأعراض المميزة لنقص الثيامين فهي تشمل على:

- ١- إضطراب الجهاز الهضمي نتيجة زيادة حمض البيروفيك في الدم مما يؤثر على نشاط عضلات الجهاز الهضمي وحدث حالات إمساك.
- ٢- كما تحدث إضطرابات في الجهاز العصبي تؤدي إلى سرعة التهيج والميل للمشاجرة والشعور بالحزن والخوف وكثرة النسيان والأرق.
- ٣- تغيرات في ملمس الجلد.
- ٤- اضطراب ضربات القلب.
- ٥- صعوبة التنفس.
- ٦- تقلص العضلات وصعوبة المشي.

وتبدأ هذه الأعراض من أسفل إلى أعلى تبدأ من القدم ثم الساق ثم الأذرع والأيدي ويفقد المريض القدرة على الحركة. وفي حالات النقص الشديد للثيامين يصاب المريض بمرض البرى برى وهو ثلاثة أنواع:

النوع الأول: البرى برى الجاف dry beriberi حيث يصاب الجهاز العصبى ويحدث شلل paralysis واضمحلال العضلات muscle atrophy.

النوع الثانى: البرى برى الرطب wet beriberi حيث يحدث إحتقان فى القلب وقصور فى الأوعية الدموية وعدم انتظام ضربات القلب وإرتفاع ضغط الدم وظهور الأوديما بوضوح فى الأنسجة مع صعوبة التنفس.

النوع الثالث: البرى برى الحاد acute beri beri ويحدث بصورة فجائية فيصيب القلب بالتضخم وهو من الحالات الخطيرة.

الكميات الموصى بها من الثيامين:

ترتبط إحتياجات الفرد من الثيامين طردياً بكمية الكربوهيدرات فى الغذاء واحتياجات الفرد من الطاقة ونشاطه الجسمانى. ويحتاج الفرد لحوالى ٠,٥ مجم ثيامين / ١٠٠٠ سعر حرارى (جدول ٥-٢).

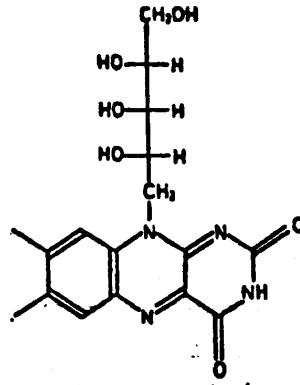
فيتامين B-2

١- الريبوفلافين Riboflavin

تم اكتشاف الريبوفلافين بعد الثيامين وتم عزله من بياض البيض واللبن والكبد والخميرة وبعض الأغذية النباتية وتم معرفة تركيبه الكيميائى وتخليقه سنة ١٩٣٥.

التركيب الكيميائى للريبوفلافين:

يتكون الريبوفلافين من مشتق أيزوالوكسازين iso-aloxasine وكحول ريبيتول ribitol (شكل ٥-٨).



شكل (٨-٥): التركيب الريبوفلافين الكيميائي

خصائص الريبوفلافين:

ثابت الحرارة والأكسدة ويذوب بصعوبة في الماء، ولكنه حساس للضوء والقلوية. ويفقد منه حوالي ١٠ - ٢٠% أثناء طهي الأغذية.

مصادر الريبوفلافين:

يوجد الريبوفلافين في مختلف الأغذية، وأغناها أعضاء الحيوان مثل الكبد والكلى والقلب ومن المصادر الجيدة اللحوم الحمراء والبيض والألبان والأسماك والخضروات الورقية الخضراء والحبوب الكاملة، أما مصادره الفقيرة فتشمل الفواكه والبذور والدرنات (جدول ٨-٥).

جدول (٨-٥): محتوى بعض الأغذية من الريبوفلافين

الغذاء	الكمية	ريبوفلافين (مجم.)
كبد بقرى (محمرة)	١٠٠	٤
سبانخ (مطهية)	١ كوب	٠,٤
لحم أحمر (مطهى)	١٠٠ جم	٠,٢٥ - ٠,٣٥
بيض مسلوق	واحدة متوسطة	٠,٢٥
لبن	١٠ جم	٠,٢٤
فاصوليا خضراء (مطهية)	١٠٠ جم	٠,١٨
خبز بلدى	١ رغيف	٠,١٠
خبز أبيض	١ رغيف	٠,٠٨

ميتابوليزم الريبوفلافين:

يستطيع الجسم تخليق كميات صغيرة من الريبوفلافين بواسطة بكتيريا الأمعاء، يمتص الريبوفلافين بسهولة من الأمعاء وتتم له عملية فسفرة في الأمعاء الدقيقة والكبد والقلب والكلى ليدخل في تركيب نوعين من المرافقات الإنزيمية هما: FAD, FMN فلافين أحادي النيكليوتيد Flavin Mono - Nucleotide وفلافين أدنين ثنائي النيكليوتيد Flavin Adenine Di-Nuclotide ويخزن الريبوفلافين بكميات صغيرة في الكبد والكلى وتفقد الكميات الزائدة منه مع البول وكميات دقيقة مع العرق.

وظائف الريبوفلافين:

يقوم الريبوفلافين بدور هام في عمليات الأكسدة والاختزال في جميع خلايا الجسم والتي عن طريقها تتحرر الطاقة ولذلك فهو هام في ميتابوليزم كل من الأحماض الأمينية والأحماض الدهنية والكربوهيدرات ويمكن حصر أهم وظائف الريبوفلافين فيما يلي:

- ١- للفيتامين علاقة هامة وحيوية بالنسبة للعين حيث انه يدخل في تكوين صبغات العين (Retinal Pigment).
- ٢- صيانة الأنسجة والتي تشمل الأنسجة الضامة والجلد والجهاز المناعي والشعر والأظافر.
- ٣- ميتابوليزم الناقلات العصبية.
- ٤- بناء خلايا الدم.
- ٥- امتصاص الحديد وتمثيله.
- ٦- إنتاج وتنظيم عمل بعض الهرمونات.

أعراض نقص الريبوفلافين:

- نادراً ما يحدث نقص الريبوفلافين بمفرده بل غالباً ما يحدث مع غيره من فيتامينات B ويمكن التعرف على الأعراض المميزة لنقل الفيتامين بعمل تجارب على متطوعين إستنتج منها أهم الأعراض التالية:
- أ- أعراض عامة: وتشمل فقد الشهية واضطرابات فى الجهاز الهضمي وضعف عام وبطيء نمو الأطفال أو توقفه.
 - ب- أعراض جلدية: التهاب الجلد حول الفم والأنف وتشقق الشفاه والتهاب اللسان واللثة.
 - ج- أعراض العين: كثرة الدموع وعدم القدرة على مقاومة الضوء Photophobia، إحتقان أوعية العين وتعرض العين للإصابة بالكتاركت (المياه البيضاء).
 - د- أعراض أخرى: انخفاض الإحساس بالحرارة - زيادة خطر الإصابة بسرطان الحلق والمرئ.

الكميات الموصى بها من الريبوفلافين:

يتوقف الاحتياج اليومي من الريبوفلافين على مدى احتياج الفرد للطاقة حيث يوصى بتناول حوالى ٠,٦ مجم ريبوفلافين / ١٠٠٠ سعر حرارى/اليوم (جدول ٥-٢).

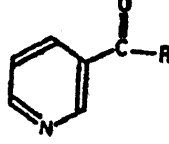
ج- فيتامين B₃ الفيتامين المانع البلاجرا Pellagra Preventive

١- النياسين (Nicotinic Acid, Nicotinamide)

لوحظ مرض البلاجرا فى إيطاليا منذ القرن الثامن عشر - وتعنى كلمة بلاجرا بالإيطالية - الجلد الخشن - وعزل الفيتامين عام ١٩١٢ وعرف بأنه العامل البلاجرا عام ١٩٣٧.

التركيب الكيميائي للنياسين:

الفيتامين عبارة عن بيريدين بيتا حمض الكربوكسيليك - Pyridine B Carboxylic acid وسمى بحمض النيكوتينيك nicotinic كما توجد صورة أخرى للفيتامين عبارة عن أميد الحامض وتسمى nicotinamide شكل (٩-٥).



شكل (٩-٥): تركيب النياسين

خصائص النياسين

يعتبر النياسين من أكثر الفيتامينات ثباتاً للعوامل المختلفة مثل الحرارة والأحماض والقلويات والأكسدة والضوء. وهو قابل للذوبان في الماء والأميد أكثر قابلية للذوبان عن الحامض، ولا تزيد الكميات المفقودة منه أثناء طهي الأغذية عن ١٥ - ٢٥%.

مصادر النياسين:

من المصادر الغذائية الغنية بالنياسين: الكبد والكلى واللحوم الحمراء والدواجن والأسماك والمكسرات، ومن المصادر الجيدة الألبان ومنتجاتها والبيض - وعموماً فإن الأغذية الغنية بالحمض الأميني التربتوفان تعتبر مصادر جيدة للنياسين حتى لو كان محتواها من النياسين منخفضاً، وذلك بسبب تحول التربتوفان في الجسم إلى النياسين، ومن جهة أخرى فإن بعض الأغذية النباتية غنية بالنياسين ولكنه في صورة صعبة أو غير قابلة للامتصاص مثل الذرة (جدول ٩-٥).

جدول (٩-٥): محتوى بعض الأغذية من النياسين

الغذاء	الكمية	نياسين (مجم)
تونة معلبة	(علبة)	٤٥ - ٤٠
كبد (محمّر)	(١٠٠ جم)	١٥ - ١٠
لحم (مطهى)	(١٠٠ جم)	١٢ - ١٠
دجاج (مشوى)	(١٠٠ جم)	١٠ - ٦
أسماك	(١٠٠ جم)	٨ - ٤
بقول جافة (مطهية)	(٢٠٠ جم)	٣ - ٢
مكرونات إسباجتى	(٢٠٠ جم)	٣ - ١

ميتابوليزم النياسين:

يتمص النياسين بسهولة من الأمعاء الدقيقة على حسب وجوده فى الغذاء - إما فى صورة الحامض وأميدته أو فى صورة مرافقات أنزيمية وهى Nicotinamide Adenine Dinucleotide (NAD), Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate (NADP) كما أن الفيتامين يخلق فى الجسم بكميات صغيرة فى صورة الحامض وأميدته، يتحول الحامض وأميدته إلى مرافقات أنزيمية فى معظم خلايا الجسم، الزيادة عن حاجة الجسم تفقد مع البول، قد يخزن بكميات صغيرة فى الكبد.

ويتحول الحمض الأمينى تربتوفان إلى نياسين (بنسبة ١ : ٦٠) فى وجود كميات كافية من الحديد والريبوفلافين (B₂) والبيروكسين (B₆). وحوالى نصف احتياجات الفرد يتم الحصول عليها من خلال التبتوفان إلى نياسين.

وظائف النياسين:

يؤدى النياسين وظائفه الحيوية فى الجسم عن طريق دخوله فى تكوين المرافقات الإنزيمية (NAD)، (NADP)، حيث تساعد هذه

المرافقات على حدوث العديد من التفاعلات الإنزيمية الضرورية في الخلية مثل تنفس الخلية، انطلاق الطاقة من الكربوهيدرات والدهون والبروتينات، كما أن كل من (NAD) ، (NADP) يساعدان في تخليق الأحماض الدهنية والبروتينات.

وعموماً يمكن حصر أهم وظائف النياسين فيما يلي:

- ١- ضرورى للنمو الطبيعى أثناء مراحل الطفولة.
- ٢- يساعد فى خفض مستوى كوليسترول الدم.
- ٣- تخليق بعض الهرمونات مثل الهرمونات الجنسية والكورتيزون، هرمون الغدة الدرقية (Thyroxin) والأنسولين.
- ٤- حماية DNA , RNA عند تعرض الخلايا للفيروسات أو العقاقير أو السموم.
- ٥- صحة الجلد والجهاز الهضمى.
- ٦- تكوين خلايا الدم الحمراء.
- ٧- ضرورى للأداء الوظيفى للمخ والجهاز العصبى.

أعراض نقص النياسين:

نقص النياسين يؤدى للإصابة بمرض يعرف بالبلاجرا Pellagra، وتبدأ الأعراض بشعور بالتعب وفقد الشهية ثم تظهر الأعراض المميزة بمرض البلاجرا والمعروفة بـ 3D's وهى: التهاب الجلد Dermatitis، إسهال Diarrhea، اضطراب الجهاز العصبى Dementia. وعادة ما تكون البلاجرا ناتجة عن نقص كل من الثيامين والريبوفلافين وعناصر غذائية أخرى إلى جانب النياسين.

أهم لفئات المعرضة للإصابة بنقص النياسين هي تلك الفئات التي تعاني من مشاكل الإمتصاص وكبار السن والأطفال والحوامل وعموماً الأفراد الذين يقتصر غذائهم على الأغذية المنخفضة في محتواها من التريبتوفان والنياسين.

الكميات اليومية الموصى بها من النياسين:

ترتبط الاحتياجات اليومية من النياسين باحتياجات الفرد من الطاقة وتقدر بحوالى ٦-٨ مجم / ١٠٠٠ سعر حرارى جدول ٥-٢).

السمية:

الجرعات التي تزيد عن ١٠٠٠ مجم يومياً تؤدي إلى أضرار الجلد وصداخ وقى، ومشاكل فى الرؤية وتغيرات فى ميتابوليزم الجلوكوز، أما الجرعات التي تصل إلى بضعة آلاف من المليلجرامات فأنها تتسبب فى تلف الكبد وأصفرار لون الجلد والعين.

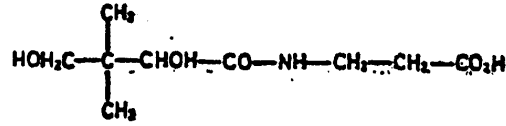
د- فيتامين B-5

حمض البنتوثنيك Pantothenic Acid

أطلق Williams وزملائه عام ١٩٣٩ اسم حمض البنتوثنيك على مادة غير معلومة لازمة لنمو الخميرة. وفى عام ١٩٤٠ أمكن عزل الفيتامين والتعرف على تركيبه الكيميائى وتخليقه.

التركيب الكيميائى لحمض البنتوثنيك:

يتكون حمض البنتوثنيك من جزئين هما الحمض المينى B-alanine ومركب مشتق من حمض البيوتريك Butyric acid يسمى dimethyl derivative butyric acid (شكل ٥-١٠).



شكل (١٠-٥): تركيب حمض البنثوثنيك

خصائص حمض البنثوثنيك:

الفيتامين واسع الانتشار في كل من الأغذية الحيوانية والنباتية ولذلك يلاحظ أن أسمه مشتق من الكلمة اليونانية Panto (في كل مكان) حيث أنه يوجد في العديد من الأغذية كما أنه يخلق بواسطة بكتريا الأمعاء. ويوجد الفيتامين في الأغذية إما في صورة حامض أو ملح الحامض مثل بنتوثات الصوديوم أو الكالسيوم.

أغنى المصادر الغذائية هي الخميرة والكبد والمكسرات والبقوليات والبيض والدجاج والبروكلي ونقيق القمح الكامل. ومعظم الخضروات والفاكهة تحتوى على كميات صغيرة من حمض البنثوثنيك (جدول ١٠-٥).

جدول (١٠-٥): محتوى بعض الأغذية من حمض البنثوثنيك (ملجم)

الغذاء	الكمية	حمض البنثوثنيك
كبد بقرى (مطهى)	١٠٠ جم	٦ - ٥
كلى بقرى (مطهى)	١٠٠ جم	٣ - ٢
فول سودانى	١/٢ كوب	١,٥ - ١
عدس (مطهى)	كوب	١,٢
لبن (منزوع الدسم)	كوب	٠,٨
بيض (مسلوق)	واحدة كبيرة	٠,٧
برتقال	ثمرة متوسطة	٠,٤ - ٠,٣

ميتابوليزم حمض البنتوثنيك:

يمتص كل من الحامض وأملاحه بسهولة من الأمعاء الدقيقة. ويتحول في الأنسجة إلى نوعين من المرافقات الإنزيمية. والزيادة تفرز مع البول. وللجسم قدرة منخفضة لتخزين حمض البنتوثنيك.

وظائف حمض البنتوثنيك:

يدخل حمض البنتوثنيك في تركيب نوعين من المرافقات الإنزيمية هي مرافق الإنزيم (Co A) و (ACP) Acyl Carrier Protein ويقوم Co A بالعديد من الأدوار الهامة التي تشمل:

- ١- تحرير الطاقة من الكربوهيدرات والدهون والبروتينات.
- ٢- تكوين الناقل العصبي Acetyl - Choline والذي له أهمية في نقل الإشارات العصبية من المخ.
- ٣- تخليق البوفيرين Porphyrin الذي يكون الهيم Heme والذي له أهمية في تخليق الهيموجلوبين.
- ٤- تخليق الكوليسترول وستيرولات أخرى.
- ٥- تكوين هرمونات بواسطة غدة الأدرنال والغدد الجنسية.
- ٦- المحافظة على مستوى طبيعي لسكر الدم.
- ٧- تكوين المضادات الحيوية بالجسم.

كما أن كل من ACP مع CoA ضروريان للتخليق الحيوي للأحماض الدهنية.

أعراض نقص حمض البنتوثنيك:

نادراً ما توجد حالات نقص حمض البنتوثنيك في الإنسان نظراً لإنتشاره بصورة واسعة في الأغذية المختلفة. ولكن أمكن إحداث نقص لمتوطعين عن طريق التغذية على وجبات فقيرة في الفيتامين أو بإضافة

مضادات لحمض البنثوثنيك ولوحظ ظهور أعراض النقص التي ظهرت بعد حوالي ١٢ أسبوع وكانت تشمل على الصداع والتعب واضطرابات في النوم علاوة على تدمير الأيدي والقدم وتقلصات في العضلات واضطرابات عصبية علاوة على ضمور الإدرنال adrenal glands.

الكميات اليومية الموصى بها:

لم توضع مقررات يومية لحمض البنثوثنيك إلا منذ فترة وجيزة (١٩٨٩) حيث غالباً ما يحتوى الوجبة الغذائية في الأحوال الطبيعية على كميات كافية من حمض البنثوثنيك وهي حوالي ٥ مجم / اليوم (جدول ٥-٢).

السمية:

عند تناول كميات كبيرة (١٠ - ٢٠ جم) فقد يحدث إسهال ويحتفظ الجسم بالمادة فقد الذاكرة.

هـ- فيتامين B₆

Pyridoxine

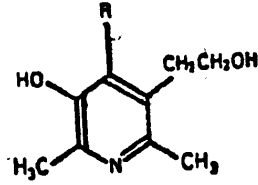
اكتشف الفيتامين عام ١٩٣٤ ويسمى بفيتامين B₆. ثم عزل عام ١٩٣٩ وعرف أنه له عدة صور عرف تركيبها وسمى بالـ Pyridoxine.

التركيب الكيميائي Pyridoxine

لفيتامين B₆ (Pyridoxine) ثلاث صور (شكل ٥-١١) لها نفس

النشاط الحيوي وتتحول لبعضها البعض وهي:

- ١- كحول ويسمى Pyridoxal حيث R عبارة عن CH_2OH
- ٢- ألدهيد ويسمى Pyridoxal حيث R عبارة عن CHO
- ٣- أمين ويسمى Pyridoxamine حيث R عبارة عن CH_2NH_2

شكل (١١-٥): تركيب فيتامين B₆**خصائص البيرووكسين:**

سهل الذوبان وثابت للحرارة ولكنه يهدم بالضوء والقلويات. يفقد حوالي ٥٠% من محتوى الأغذية من B₆ أثناء تعرضها للمعاملات المختلفة مثل التسويق والتخزين والحفظ والطهي.

مصادر البيرووكسين:

يوجد الـ Pyridoxol في الأغذية النباتية، بينما يوجد الأدهيد والأميد Pyridoxol، Pyridoxemine في الإغذية الحيوانية. ويعتبر الكبد والموز والدواجن والحبوب الكاملة والأسماك والبقول والبيض مصادر غنية (جدول ١١-٥).

جدول (١١-٥): محتوى بعض الأغذية من فيتامين B₆

فيتامين B ₆ (مجم)	الكمية	الغذاء
١,٥٠	١٠ جم	كبد
٠,٧٠	واحدة متوسطة	موز
٠,٦٠	١٠٠ جم	دواجن
٠,٥١	١ علبة	تونة
٠,٥٠	١٠٠ جم	دقيق قمح كامل
٠,٣٤	١ كوب	زبيب
٠,٣٣	١ كوب	بصلة خضراء (مطهية)
٠,٢٠	درنة متوسطة	بطاطس
٠,٢٠	١٠٠ جم	دقيق قمح ٨٠%
٠,١٥	١٠٠ جم	دقيق قمح ٧٠%
٠,١٤	١ كوب	أرز (مطهي)
٠,١٢	واحدة متوسط	بيض

ميتابوليزم البيروكسين:

يتمتع بسهولة من الأمعاء الدقيقة. يتحول الفيتامين في الكبد إلى نوعين من المرافقات الإنزيمية عن طريق حدوث عملية فسفرة ويتطلب ذلك وجود كل من الزنك والريبوفلافين. والمرافقان هما / Pyridoxamine, Pyridoxal phosphate، الكميات الزائدة من الفيتامين تخرج من البول.

وظائف البيروكسين:

تساعد المرافقات الإنزيمية للفيتامينات في حوالي ١٠٠ تفاعل

إنزيمي أهمها:

أ- عمليات ميتابوليزم البروتين وتشمل:

١- نقل مجموعة الكربوكسيل.

٢- إزالة مجموعة الكربوكسيل.

٣- إزالة مجموعة الأمين.

٤- نقل مجموعة السلفيد.

٥- تحويل التريبتوفان إلى نياسين.

٦- تكوين الهيموجلوبين.

٧- امتصاص الأحماض الأمينية.

ب- عمليات ميتابوليزم الكربوهيدرات والدهون وتشمل:

١- تحويل الجليكوجين إلى جلوكوز - ١- فوسفات.

٢- تحويل الحمض الدهني لينولييك إلى حمض الأراكيدونيك.

ج- الجهاز الدوري:

فيتامين B₆ ضروري لإنتاج مادة مشتقة من الدهون تعرف بالبروستاجلاندين Prostaglandins والتي تدخل في عمليات متعددة تشمل تنظيم ضغط الدم ووظائف القلب.

د- الجهاز العصبي المركزي:

يوجد فيتامين B₆ في المخ بنسب تعادل ٢٥ - ٥٠ ضعف نسبته في الدم وله دور في تكوين بعض الناقلات العصبية مثل serotonin والـ dopamine والتي تلعب دوراً هاماً في المزاج والعمليات العقلية.

هـ- الهرمونات:

تساعد المرافقات الإنزيمية لفيتامين B₆ على تخليق بعض الهرمونات مثل الهرمونات الجنسية.

و- الجهاز المناعي:

تساعد المرافقات الإنزيمية لفيتامين B₆ في إنتاج المضادات الحيوية بالجسم.

ز- وظائف أخرى:

يعرف فيتامين B₆ بأنه فيتامين النساء Women's vitamin حيث انه يفيد في معالجة الأعراض المصاحبة للدورة الشهرية والأعراض المرضية في الشهور الأولى من الحمل. كما أنه ضروري للحفاظ على صحة الشعر والجلد، وتوازن الصوديوم والبوتاسيوم، وامتصاص فيتامين B₁₂.

أعراض نقص فيتامين B₆:

أكثر الفئات عرضة لنقص فيتامين B₆ هي كبار السن ومرضى القلب والمتبعين لنظم غذائية بغرض إنقاص الوزن، كذلك النساء اللاتي يتعاطين حبوب منع الحمل، والواقعين تحت ضغوط، وذوى الوجبات الغذائية العالية في محتواها من السكريات والدهون وكذلك الرياضيون.

وعموماً فإن نقص فيتامين B₆ غالباً ما يكون مصاحباً لنقص فيتامينات مجموعة B الأخرى وأن أعراض نقصه تشابه أعراض نقص فيتامينات B والتي تشمل التهاب الجلد والأنيميا والتهاب الأعصاب. وتدل نتائج الدراسات الحديثة على أن نقص فيتامين B₆ يساعد على تراكم الحمض الأميني homocysteine الذى يساعد على تصلب الشرايين.

الكميات اليومية الموصى بها من فيتامين B₆

يوضح جدول (٥-٢) الكميات الموصى بها كما وضعتها لجنة الغذاء والتغذية الأمريكية عام (١٩٩٨) حيث تتراوح ما بين ٠,٥ - ٠,٨ مجم/١٠٠٠ سعر حرارى / اليوم.

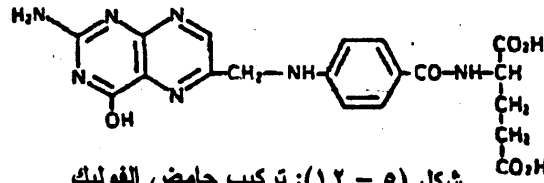
حامض الفوليك Folic acid

فولاسين (Folacin)

اسم حامض الفوليك مأخوذ من الكلمة اللاتينية Foliage بمعنى الخضروات الورقية حيث عزل منها، وعرف فى عام ١٩٤٧ أنه يعالج حالات الأنيميا ذات الخلايا المتضخمة megaloblastic anemia وحالات الإسهال المزمنة وأنيميا الحمل.

تركيب حامض الفوليك:

يتركب حامض الفوليك من حلقة بتردين pteridine مرتبطة مع حامض البارامينو بنزويك والحامض الأميني جلوتاميك ويسمى - pteryol - mono - glutamic (شكل ٥ - ١٢).



شكل (٥ - ١٢): تركيب حامض الفوليك

وهناك صور أخرى للفيتامين وهي pteryol - tri - glutamic حيث الجزء منه على ثلاثة جزيئات من حمض الجلوتاميك، pteryol - hepta glutamic acid - حيث يحتوى الجزء على سبعة جزيئات من حمض الجلوتاميك. وهذه المواد لها فاعلية الفيتامين. كما لوحظ أنه باختزال حلقة البتردين تنتج صورة فعالة أخرى أطلق عليها حامض الفولنيك Folinic acid وكل صور الفيتامين تعرف بالـ Folate أو Folacin.

خصائص حمض الفوليك:

الفيتامين على شكل بلورات صفراء. صعب الذوبان فى الماء، ثابت فى الوسط الحامضى، وسريع التلف بالحرارة خاصة فى الوسط القلوى أو المتعادل، ويسهل فقده أثناء الطهى والتخزين، كما أنه حساس للضوء.

مصادر الفولاسين:

تعتبر الخضروات الورقية الخضراء مثل السبانخ وغيرها من الخضروات داكنى الخضرة مصادر هامة للفولاسين، إلا أن الكبد والكلى، والبقول تعتبر أغنى مصادر الفيتامين. وبصفة عامة تعتبر الخضروات والفواكه مصادر جيدة للفيتامين، أى أن الفولاسين واسع الانتشار فى الأغذية المختلفة (جدول ٥-١٢) ولكن تفقد منه كميات كبيرة أثناء تخزين وتسويق وإعداد وطهى الأغذية قد تصل إلى ٩٠%.

جدول (٥-١٢): محتوى بعض الأغذية من الفولاسين

الغذاء	الكمية	فولاسين (ميكروجرام mcg)
كبد دواجن	١٠٠ جم	٣٥٠
عدس (مطهى)	١ كوب	٣٤٠
سبانخ (مطهية)	١ كوب	٢٥٠
بقول أخرى (مطهية)	١ كوب	٢٠٠
خضروات خضراء	١٠٠ جم	١٣٠ - ٥٠
عصير برتقال	١ كوب	٨٠ - ٥٠

ميتابوليزم حمض الفوليك (الفولاسين):

يتمص حمض الفوليك من الأمعاء الدقيقة، وتتوقف الكمية الممتصة على المصدر الغذائي للفيتامين - حيث تزداد في حالة الأغذية حيوانية المصدر - وعموماً يتمص حوالي ٥٠% فقط من الكمية الموجودة في الوجبة الغذائية. ويخزن الفيتامين في الكبد بكميات قد تكفي إحتياجات الجسم لمدة تصل إلى أربعة شهور، كما أنه يخزن بأماكن أخرى بالجسم، ويحتاج لفيتامين B-12 لتحريك الفولاسين من أماكن تخزينه بالجسم ليدخل الخلايا، وإذا فإنه في حالات نقص فيتامين B-12 لا يستفاد من الفولاسين.

وظائف حمض الفوليك (الفولاسين):

- يدخل الفيتامين بصوره المختلفة في تكوين قرائن بعض الإنزيمات
- اتى تساعد على نقل وبناء المجاميع أحادية الكربون وكلها تفاعلات هامة في عمليات التخليق الحيوى للعديد من المركبات داخل الجسم مثل:
- ١- تكوين الـ Pyrimidine والـ Purine التى تدخل في تركيب الأحماض النووية RNA, DNA.
- ٢- تكوين الـ Choline وهو أحد فيتامينات B.
- ٣- تكوين الهيموجلوبين وخلايا الدم الحمراء والبيضاء.
- ٤- تنظيم عمليات إنقسام الخلية ونقل العوامل الوراثية من خلية إلى أخرى.
- ٥- تحويل الـ Homocysteine إلى Methioine - والمعروف أن المستويات العالية من Homocysteine ترتبط بزيادة مخاطر الإصابة بأمراض الجهاز الدورى (أمراض القلب).
- ٦- إنتاج بعض الناقلات العصبية مثل Dopamine, Serotonine التى تنظم بعض وظائف المخ مثل النوم والمزاج والشهية.

أعراض نقص حمض الفوليك (الفلاسين):

يعتبر نقص حمض الفوليك من أكثر أنواع نقص التغذية إنتشاراً في العالم وتعتبر الحوامل والنساء في سن الإنجاب اللاتي يتناولن حبوب منع الحمل أكثر الفئات عرضة للإصابة بأعراض نقص حمض الفوليك، والذي يؤدي إلى ولادة الأطفال مصابة بما يسمى الأنثوب العصبى. ويؤدي نقص حمض الفوليك إلى ظهور أنيميا خلايا الدم الحمراء المتضخمة Megaloblastic Anemia أو Macrocytic Anemia حيث يظهر بالدم خلايا حمراء متضخمة، وغير ناضجة Immature، وكمية هيموجلوبين منخفضة، كما يقل عدد خلايا الدم البيضاء. وتؤدي تلك التغيرات في الدم إلى سرعة التعب، سرعة التنفس، إنخفاض المناعة ضد العدوى الميكروبية بالإضافة إلى اضطرابات في الجهاز الهضمي وإنخفاض كفاءة الامتصاص.

الكميات اليومية الموصى بها من حمض الفوليك:

توصى لجنة الغذاء والتغذية الأمريكية عام (١٩٩٨) بأن يتناول الأطفال أقل من سنة حوالى ٣٠ - ٤٥ ميكروجرام، تزداد إلى ١٠٠ - ٣٠٠ ميكروجرام حتى سن ١٠ سنوات. أما الشخص البالغ فيحتاج لحوالى ٤٠٠ ميكروجرام تزداد أثناء الحمل لتصل إلى ٦٠٠ ميكروجرام. أما أثناء الرضاعة فتبلغ الكمية اليومية الموصى بها من حمض الفوليك ٥٠٠ ميكروجرام (حوالى ٥-٢).

فيتامين B₁₂ Cablamin

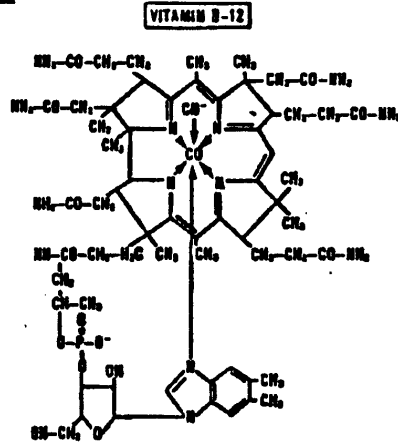
يعتبر فيتامين B₁₂ من الفيتامينات حديثة الاكتشاف (على الرغم من أن الأنيميا الخبيثة الناتجة عن نقصه عرفت منذ عام ١٨٤٩) حيث أنه آخر فيتامينات B إكتشافاً. ومثل بقية فيتامينات B فإن اسم كوبلامين يطلق على عدة مركبات تحتوى على الكوبلت. ويعرف هذا الفيتامين المضاد للأنيميا antipernicious anemia.

التركيب الكيميائي لفيتامين B₁₂

يتميز فيتامين B₁₂ بوزن جزيئي كبير مقارنة بالفيتامينات الأخرى. حيث يتكون التركيب الجزيئي من حلقة بورفيرين Porphyrin في مركزها ذرة كوبلت. وقد ترتبط مجموعة سيانيد (-CN) بالكوبلت وفي هذه الحالة يسمى المركب بالسيانوكوبالين cyanocobalamin (فيتامين B₁₂) وهو المركب الذي يصنع تجارياً ويوجد بكميات قليلة في مصادره الغذائية. وتركيبه كما هو موضح بشكل (٥-١٢). ويمكن أن تحل مجموعة السيانيد مجموعة أيدروكسيد (-OH) ليعطى المركب hydroxycobalamin وهي الصورة الشائع وجودها في الأغذية، أو تحل محل مجموعة نيتريت (-NO₂) لينتج المركب nitritocobalamin والذي تخلفه بعض أنواع البكتيريا. وكل هذه المركبات لها نفس الفعل الحيوي. وهناك صورتين أخريتين للفيتامينات تعملان كمرافقات إنزيمية Co-Enzymes الأولى تحتوي على Adenosine مرتبط مع سكر الريبوز ribose بدلاً من مجموعة السيانيد - ويعتقد أن هذه الصورة الشائع وجودها في الأغذية وتسمى Adenocylcobalamin. أما المرافق الإنزيمي الآخر فهو عبارة عن السيانيد وعموماً فإن تركيب فيتامين B₁₂ عبارة عن C₆₃ H₉₀ O₁₄ N₁₄ PCO (شكل ٥ - ١٣).

خواص فيتامين B₁₂:

الفيتامين عبارة عن بلورات هيجروسكوبية لونها أحمر، تذوب بصعوبة في الماء، ثابت الحرارة وحساس للضوء والأحماض والقواعد القوية، ويفقد منه حوالي ٣٠% عند طهي الأغذية. ويفقد حوالي ١٠% من محتوى الألبان المبسترة، بينما يفقد ما بين ٤٠ - ٩٠% منه عند تجفيف الألبان.



شكل (١٣-٥): التركيب الكيميائي لفيتامين ب١٢

مصادر فيتامين B-12:

يوجد فيتامين B-12 في الأغذية الحيوانية فقط حيث يكون في صورة معقد بروتيني أما الأغذية النباتية فقد تخلو تماماً من فيتامين B-12.

وأهم مصادر فيتامين B-12 هي الكبد والكلى والقلب واللحوم الحمراء والمحار والأسماك والبيض والألبان ومنتجاتها والدواجن (جدول ٥ - ١٣).

جدول (٥-١٣): محتوى بعض الأغذية من فيتامين B-12

فيتامين B-12 (mcg)	الكمية (g)	الغذاء
٩٥	٨٥	كبد بقرى مطهى
٤٤	٨٥	كلى بقرى مطهى
٢٥	٨٥	قلب بقرى مطهى
١٤	١٠٠	تونة - معلبة
٢	١٠٠	لحم بقرى مطهى
١,٤	١٠٠	جبين قريش
١,٠	١٠٠	محار
٠,٦	١ كوب	لبن بقرى كامل الدسم
٠,٨	واحدة	بيض مسلوق

ميثابوليزم فيتامين B-12:

يتميز امتصاص فيتامين B-12 عن الفيتامينات الأخرى بما يلي:

- ١- فيتامين B-12 الفيتامين الوحيد الذى يتطلب مادة تفرز من المعدة تعرف بالعامل الداخلى initiation factor أو intrinsic ليتم امتصاصه.
- ٢- يستغرق امتصاص فيتامين B-12 حوالى ٣ ساعات (مقارنة ببضعة ثوان لمعظم الفيتامينات الذائبة فى الماء.

ويخلق فيتامين B-12 بكميات كبيرة بواسطة بكتريا الأمعاء، وغير معلوم بالضبط أى كمية منها يتم امتصاصها، وإنما يمتص ما بين ٣٠ - ٧٠% من الفيتامين المتحصل عليه عن طريق الفم وأثناء امتصاص فيتامين B-12 يرتبط مع ما يسمى بالعامل الداخلى Initiation Factor والذي سمي بواسطة Castle عام ١٩٢٩ وهو عبارة عن جليكوبروتين، وذلك فى وجود كل من الكالسيوم والحديد، ويمتص من الجزء الأخير من الأمعاء الدقيقة Ileum حيث يفصل الفيتامين عن العامل الداخلى.

ويقوم العامل الداخلى بتنظيم امتصاص فيتامين B-12 حيث يمتص يومياً حوالى ١,٥ - ٣,٠ ميكروجرام. وينخفض معدل الامتصاص بتقدم السن ويزداد أثناء الحمل، وكذلك فى حالات نقص الحديد وفيتامين B_٩. كما يزداد معدل الامتصاص إذا اشتملت الثلاث وجبات الرئيسية على فيتامين B-12.

ويخزن الفيتامين الممتص فى الكبد وينتقل إلى الدم مرتبطاً مع بروتينات تعرف بـ transcobalamine. ويحتوى الجسم على حوالى ٥ - ٥ مجم من فيتامين B-12، ٨٠% منها مخزنة فى الكبد وحوالى ٥ - ١٥% فى النخاع الشوكى، وكميات صغيرة فى الكلى وأنسجيات والرئة والطحال. ويحتوى سبرم الدم على ٢٠٠ - ٧٠٠ بيكوجرام/ ١٠٠

مل (أبيكوجرام = ١٠^{-٦}). وعموماً فإنه فى الأحوال الطبيعية فإن الكبد تستطيع تخزين كمية من فيتامين B₁₂ تكفى الإنسان لمدة ٣ - ٥ سنوات.

وظائف فيتامين B₁₂:

يتحول فيتامين B₁₂ إلى نوعين من المرافقات الأنزيمية - إذا لم يكن على هذه الصور فى الغذاء. وهذه المرافقات هى:

(1) Coenzyme B₁₂ (adenosylcobalamin).

(2) Methyl B₁₂ (methylcobalamin)

وعملية التحول تحتاج إلى العديد من العناصر الغذائية منها الريبوفلافين والنياسين.

وتقوم المرافقات الأنزيمية بالعديد من الوظائف على مستوى الخلية وخاصة خلايا النخاع الشوكى، الأنسجة العصبية والجهاز الهضمى وأهم هذه الوظائف ما يلى:-

١- تكوين خلايا الدم الحمراء وحمايتها من الأنيميا الخبيثة:

فيتامين B₁₂ ضرورى لتكوين الدم بصورة طبيعية - وفى عدم وجود كميات كافية منه فى صورة مرافقات إنزيمية، يزداد حجم خلايا الدم الحمراء مع عدم إكمال نضجها (Megaloblasts) متسبباً فى حدوث ما يعرف بأنيميا كرات الدم المتضخمة Megaloblastic anemia.

٢- صيانة الأنسجة العصبية

المرافقات الأنزيمية لفيتامين B₁₂ ضرورية لتخليق ما يعرف بـ myelin وهى عبارة عن بروتين دهنى lipoprotein موجود فى الأنسجة العصبية.

٣- ميثابوليزم الكربوهيدرات والدهون والبروتينات:

تساعد المرافقات الأنزيمية لفيتامين B₁₂ على تحويل Succinate إلى Methylmalonate وهى عمليات هامة لميثابوليزم كل من الكربوهيدرات والدهون.

كما أنه لوحظ زيادة الحاجة إلى فيتامين B-12 كلما زاد المتناول من البروتين مما يدل على أن لفيتامين B-12 دور في ميتابوليزم البروتينات.

٤- تخليق أو نقل الجاميع وحيدة الكربون:

يرتبط معه حمض الفوليك - أحد فيتامينات B - في هذه الوظيفة والتي تشتمل على:

أ- تحويل الحمض الأميني serine إلى glycine.

ب- تكوين methionine من homocysteine.

ج- تكوين choline من ethanolamine.

٥- وظائف أخرى:

يعمل فيتامين B-12 كمراقق أنزيمي في عمليات التخليق الحيوي لمجاميع الميثايل (methyl groups (-CH₃) وفي التفاعلات الإختزالية مثل تحويل (S-S) disulfide إلى مجموعة (-SH) sulfhydryl وهي تفاعلات هامة لميتابوليزم الكربوهيدرات والدهون والبروتينات.

أعراض نقص فيتامينات B-12

يحدث نقص فيتامين B-12 إما بسبب غيابه من الوجبة الغذائية لمدة طويلة كما هو الحال في بعض النباتيين أو بسبب الفقر وعدم الحصول على كميات كافية من الأغذية الحيوانية والتي تمثل المصدر الغذائي الوحيد للفيامين وفي هذه الحالة تشتمل أعراض نقص فيتامين B-12 على الضعف العام، التهاب اللسان، فقد الوزن، آلام بالظهر، اضطرابات عقلية وعصبية. ونادراً ما تظهر أعراض الأنيميا.

وقد يحدث نقص فيتامين B-12 بسبب غياب ما يسمى بالعامل الداخلي وفي هذه الحالة تظهر أعراض الأنيميا الخبيثة Pernicious Anemia والتي تتميز بتكوين خلايا دم حمراء كبيرة وغير

ناضجة وسريعة الهضم، علاوة على إصفرار لون الجسم وتلون اللسان بلون أحمر غامق أو لون أحمر باهت مع نعومة ملمسه، وانتفاخ اللسان والشفاه. ويصاحب ذلك اضطرابات في عضلات الأطراف مع تشنجات عصبية. وإذا لم تعالج الحالة فإنها تؤدي إلى الوفاة. والعلاج بالحقن يخفي معظم هذه الأعراض.

الكميات الموصى بها من فيتامين B₁₂ (RDA) حتى عام ١٩٦٨ لم تدرج الكميات اليومية الموصى بها من فيتامين B₁₂ في الجداول ضمن الفيتامينات حيث أنه يخلق بواسطة بكتيريا الأمعاء بالإضافة إلى تخزينه في الكبد بكميات تكفي الجسم لمدة طويلة.

ويوضح جدول (٥ - ٢) الكميات الموصى بها RDA لعام (١٩٩٨) - بفرض أن ٥٠% على الأقل من فيتامين B₁₂ الموجود في الغذاء المتناول يتم إمتصاصه.

يلاحظ من RDA أن إحتياجات الرضع حتى سن ٦ شهور حوالى ٠,٣ ميكروجرام/ اليوم وهى مبنية على أساس متوسط تركيز الفيتامين في لبن الأم. بينما الرضع الذين يحصلون على اللبن الصناعية فإنه يوصى بـ ٠,١٥ ميكروجرام/ ١٠٠ سعر حرارى، كما تحسب للأطفال حتى ١٠ سنوات على أساس كمية السعرات المتحصل عليها. أما البالغين سواء رجالاً أو نساءً فيوصى بحوالى ٢,٤ ميكروجرام يومياً تزداد إلى ٢,٦ ، ٢,٨ للحامل والمرضع على التوالي.

السمية:

لم نلاحظ أى أعراض سمية عند زيادة المتناول من فيتامين B₁₂.

البيوتين Biotin

(فيتامين H)

أمكن فصل البيوتين والتعرف على تركيبه وتم تخليقه خلال سنوات

١٩٣٦ - ١٩٤٣.

التركيب الكيميائي للبيوتين:

البيوتين عبارة عن مشتق حلقى من اليوريا يحتوى على حلقة ثيوفين

بها كبريت شكل (٥ - ١٤).

مصادر البيوتين:

يوجد البيوتين بكميات صغيرة فى جميع الأغذية الحيوانية والنباتية.

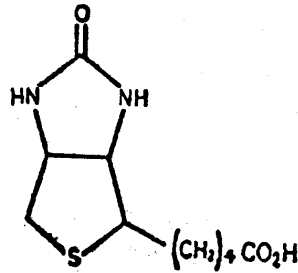
وتعتبر الخميرة والكبد والكلى والبيض والألبان مصادر غنية بالفيتامين كما

أنه يوجد فى الحبوب والبقول (جدول ٥ - ١٤).

خصائص البيوتين:

ينوب بصعوبة فى الماء البارد، ثابت للحرارة والأحماض والقلويات.

ولذا تفقد منه كميات ضئيلة أثناء تخزين وإعداد وحفظ وطهى الأغذية.



شكل (٥ - ١٤): التركيب الكيميائي للبيوتين

جدول (٥-١٤): محتوى بعض الأغذية من البيوتين

البيوتين (ميكروجرام/١٠٠ جم)	الغذاء
١٠٠	كبد بقرى
٢٥	بيض
١٠	دجاج
٨	أسماك بحرية
٥	لبن بقرى
٤	لحم بقرى
١٢ - ٧	دقيق قمح كامل
٣ - ١	دقيق قمح (استخلاص ٨٠%)
١,٥ - ٠,٥	عصير برتقال

ميتابوليزم البيوتين:

يتمتص البيوتين بسهولة من الأمعاء الدقيقة والزيادة تفرز مع البول. وقد تصل - فى الأحوال الطبيعية - كمية البيوتين الخارج مع البول أضعاف الكمية المتناولة وذلك بسبب تخليق الفيتامين فى الجسم بكميات كبيرة بواسطة بكتريا الأمعاء. وتحتوى جميع خلايا الجسم على البيوتين - ويوجد بكميات أعلى فى كل من الكبد والكلى.

وظائف البيوتين:

- ١- يدخل البيوتين كمرافق أنزيمى فى عمليات إضافة ونزع المجاميع الكربوكسيلية والأمينية ولذا فإن للفيتامين دور هام فى تفاعلات إطلاق الطاقة من الكربوهيدرات والبروتينات وفى تفاعلات أكسدة وتخليق الأحماض الدهنية.
- ٢- يساعد فى عملية تحويل التربتوفان إلى نياسين.
- ٣- ضرورى لتخليق أميلاز البنكرياس.
- ٤- هام لنمو الخلية وتكاثرها من خلال دوره فى تكوين DNA, RNA.
- ٥- ضرورى لسلامة وصحة الشعر والأظافر.

أعراض نقص البيوتين:

من النادر حدوث حالات نقص في الإنسان. إل أن التجارب أوضحت أعراض النقص تتلخص في جفاف الجلد خاصة حول الأنف والفم، فقد الشعر، فقد الشهية، أنيميا، إرتفاع الكوليسترول في الدم، آلام في العضلات وتتميل وعدم الإحساس باليد والقدم، واضطرابات عصبية.

الكميات اليومية الموصى بها من البيوتين:

لم تحدد للآن كميات يومية موصى بها من البيوتين حيث أنه يخلق في الجسم بكميات زائدة بواسطة بكتريا الأمعاء. وقد دلت الدراسات على أن الوجبة الغذائية اليومية المتوازنة تحتوى عل كميات من البيوتين تتراوح ما بين ٢٨ - ٤٢ ميكروجرام، ولذا يوصى بتناول حوالى ٣٥ ميكروجرام بيوتين في اليوم تزداد إلى ٣٥ ميكروجرام أثناء الحمل والإرضاع.

الكولين Choline

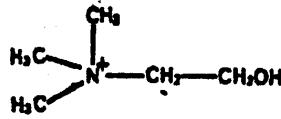
عرف الكولين وعزل من أحماض الصفراء وعرف تركيبه الكيميائى من عام ١٩٣٢ حتى عام ١٩٤٢.

التركيب الكيميائى للكولين:

الكولين مركب غنى بمجاميع الميثيل ($-CH_3$). (شكل ٥ - ١٥).

خصائص الكولين:

أمكن الكولين فى صورة بللورات هيجروسكوبية، عديمة اللون.



شكل (٥ - ١٥): تركيب الكولين

مصادر الكولين:

يوجد الكولين فى صورة لسثين فى كل من البيض والكبد والكلى واللحوم الحمراء والخميرة والبقوليات والحبوب والمكسرات. ويوجد فى صورة كولين حر Free choline فى الخضروات الورقية الخضراء (جدول ٥ - ١٥).

ميتابوليزم الكولين:

يعتقد انه يتم إمتصاص الكولين بصورة أفضل فى صورة لسثين Lecithin. ويخلق الكولين فى الكبد من الحمض الأمينى methionine بمساعدة فيتامين B.12 وحمض الفوليك.

وظائف الكولين:

- ١- يقوم الكولين بأدوار حيوية هامة فى الجسم أهمها:
- ١- يمنع التجمع غير الطبيعى للدهون فى الكبد وذلك بسبب أهميته فى ميتابوليزم الدهون.
- ٢- نقل الأوامر العصبية عن طريق تكوين مركب الأسثيل كولين acetyl - choline.
- ٣- توفير مجاميع الميثايل الضرورية لعمليات والميتابوليزم عموماً.

جدول (٥ - ١٥): محتوى بعض الأغذية من الكولين

الكولين (مجم/ ١٠٠ جم)	الغذاء
١٧٠٠	صفار البيض
٦٠٠ - ٥٠٠	كبد وكلى بقرى
٤٠٠ - ١٠٠	لحوم حمراء
١٠٠ - ٥٠	بقول وحبوب
٨٠ - ٣٠	خضروات ورقية

أعراض نقص الكولين:

تشمل أعراض نقص الكولين في الإنسان على تجمع الدهون في الكبد fatty liver وإعاقة وظائف الكبد. ولكن نادراً ما يلاحظ حدوث نقص للفييتامين بمفرده في الإنسان.

الكميات اليومية الموصى بها من الكولين:

الوجبات اليومية المتوازنة تحتوى على حوالى ١٠٠٠ مجم كولين. وأخيراً فى عام ١٩٩٨ تم وضع توصيات للمتناول يومياً من الكولين فى الولايات المتحدة الأمريكية وهى:

رجال	٥٥٠ مجم
نساء	٤٢٥ مجم
حوامل	٤٥٠ مجم
مرضعات	٥٥٠ مجم

ويجب ألا يزيد المتناول عن ٣ جم يومياً، حيث لوحظت أعراض سمية شملت فقد الشهية وإضطرابات فى الهضم وإنبعاث رائحة السمك من الجسم Fishy Body Odor.

ب- فييتامين C**حمض الأسكوربيك، حمض الأسكوربيك اللايدروجينى**

Ascorbic acid, Dehydroascorbic acid

عرف مرض السقربوط Scurvy الناتج عن نقص فييتامين C منذ حوالى ١٥٠٠ سنة قبل الميلاد حيث كان منتشراً فى أنحاء كثيرة فى العالم. وفى القرن الثامن عشر عرف أن عصير الليمون وعصير البرتقال لهما تأثير فعال فى علاج الإسقربوط. وفى عام ١٩٢٨ عزل الفيتامين من عصير الموالح وفى عام ١٩٣٣ عرف تركيبه وسمى بفيتامين C أو حمض الأسكوربيك.

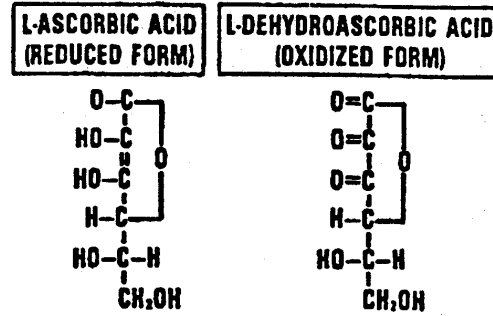
التركيب الكيميائي لفيتامين C:

تركيب فيتامين C بسيط ويشابه السكريات الأحادية وهناك مركبان لهما الفعل الحيوى للفيتامين فى الجسم هما:
dehydroascorbic, L-ascorbic والذي ينتج من الأكسدة العكسية لحمض الأسكوربيك (شكل ٥ - ١٦).

خصائص فيتامين C:

أمكن فصل الفيتامين فى صورة بللورات بيضاء سريعة الذوبان فى الماء، والمحلول المائى منه ثابتاً فى الوسط الحامضى فقط ويهدم بسهولة فى الوسط القلوى وبفعل الأكسدة والحرارة والضوء.

يتأكسد كما سبق ذكره - حمض الأسكوربيك إلى حامض الأسكوربيك اللاأيدروجينى الى يتأكسد بدوره أكسده غير عكسية ويفقد فعله الحيوى، حيث يعطى المركب Diketogluconi الذى ينقسم بسرعة إلى Oxalic Acid و Threonic Acid. تفقد كميات كبيرة أثناء تسويق ونقل وإعداد وطهى وحفظ الأغذية حيث أن فيتامين C يعتبر أكثر الفيتامينات حساسية للعوامل المختلفة.



شكل (٥ - ١٦): تركيب حمض الأسكوربيك ولا اللاأيدروجينى

مصادر فيتامين C:

يوجد فيتامين C فى الموالح والجوافة والخضروات الورقية والخضروات الخضراء وكثير من الفاكهة. ويوجد بصفة خاصة فى الأجزاء الغضة من النبات ولا يوجد فى الحبوب أو البذور الجافة. كما أن الأغذية الحيوانية فقيرة فى فيتامين C باستثناء الكبد (جدول ٥-١٦).

ويجب الأخذ فى الاعتبار أن محتوى الأغذية من حامض الأسكوربيك يتأثر بالمعاملات الزراعية المختلفة التى يتعرض لها الغذاء.

ميتابوليزم فيتامين C

يتمص الفيتامين بسهولة ومباشرة من الأمعاء، ويوجد فى جميع خلايا وسوائل الجسم كما يوجد بتركيزات عالية فى الكبد. لا يستطيع الإنسان - على عكس النبات ومعظم الحيوانات - تخليق حامض الأسكوربيك فى الجسم، كما أنه لا يخزن إلا بكميات منخفضة فى الجسم والكميات الزائدة منه عن حاجة الجسم تفرز مع البول.

جدول (٥-١٦): محتوى بعض الأغذية من فيتامين C

الغذاء	الكمية	فيتامين C (مجم)
جوافة	ثمرة متوسطة	١٦٥
جريب فروت	ثمرة متوسطة	٩٤
ليمون	ثمرة كبيرة	٨٥
برتقال	ثمرة متوسطة	٧٠
مانجو	ثمرة متوسطة	٦٠
طماطم	ثمرة متوسطة	٤٥
كبد بقرى	١٠٠ جم	١٠ - ٤٠
لبن الإنسان	١٠٠ جم	٨ - ٤
لبن بقرى	١ كوب	٢ - ٤

وظائف فيتامين C:

يدخل فيتامين C فى مئات العمليات الحيوية الهامة بالجسم، وتعتبر عملية تحويل الفيتامين من الصورة المختزلة إلى الصورة المؤكسدة (حمض الأسكوربيك إلى حمض الأسكوربيك اللاأيدروجيني) ذو أهمية فى نظام الأكسدة والإختزال فى الخلايا.

ويمكن حصر أهم وظائف فيتامين C فى جسم الإنسان فيما يلى:

١- إنضاج الكولاجين (الأنسجة الضامة):

يلعب فيتامين C دوراً أساسياً فى تحويل الحمض الأميني Proline إلى حمض أميني آخر هو Hydroxyproline والذي يدخل فى تكوين الكولاجين. كما أنه يلعب دور رئيسى فى تحويل الحمض الأميني Lysine إلى Hydroxylsine هو أيضاً حمض أميني يمثل جزء رئيسى فى تكوين الكولاجين.

وللكولاجين أهمية فى ربط الخلايا بعضها ببعض، وفى تدعيم وحماية الشعيرات والأوعية الدموية والعظام والأعضاء والعضلات. ويعمل الكولاجين على حماية الجسم من العدوى ويساعد على سرعة إلتأم الجروح والكسور.

٢- سلامة الجهاز المناعى:

فيتامين C ضرورى لوظائف الجهاز المناعى بالجسم حيث أنه ضرورى لإنتاج المضادات الحيوية ولتكوين خلايا الدم البيضاء. كما أنه يدخل فى إنتاج الأنترفيرون interferon وهى مادة تعمل كمضادة للفيروسات antiviral ومضادة للسرطان anticancer. ولذلك تزداد الإحتياجات من فيتامين C عند المرض والعدوى.

٣- خاصية منع الأكسدة:

يعمل فيتامين C كمضاد للأكسدة antioxidant ولذلك فهو يحمي الجسم من كثير من الأمراض حيث يحمي كل من فيتامين A, E والأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع الأكسدة كما أنه يعادل عمل الشوارد الحرة.

٤- الهرمونات:

تكوين هرمونات الأدرنال يتطلب وجود فيتامين C.

٥- الجهاز العصبي:

يلعب فيتامين C على زيادة إمتصاص الحديد إذا تواجد معه في الوجبة الغذائية بسبب تحويله من صورة حديدك إلى حديدوز كما أنه ضروري لنقل وتخزين الحديد في الجسم. ولذلك فإن فيتامين C ضروري لتكوين الدم بصورة طبيعية.

٦- ميثابوليزم الدهون:

يساعد فيتامين C في تحويل الكولسترول إلى أحماض الصفراء وتخليص الجسم منه حيث أن نقص فيتامين C قد يؤدي إلى تكوين حصاوى بالمرارة gallstones.

٨- ميثابوليزم حمض الفوليك (فولاسين):

يدخل فيتامين C في عملية تحويل الفيتامين من الصورة غير النشطة folic acid (Folacin) إلى الصورة النشطة folinic acid.

٩- يقلل الإحتياجات من بعض الفيتامينات:

لوحظ أن حمض الأسكوربيك بخفض إحتياجات الجسم من كل من الثيامين والريبوفلافين وحمض البنثوثنيك والفولاسين وفيتامين A وفيتامين

E لأنه يسبب زيادة كفاءة الجسم فى الاستفادة من تلك الفيتامينات أو لأنه يدخل ضمن ميتالوليزم.

١٠- مضاد للهستامين:

يفيد فيتامين C فى علاج الحساسية وعدوى الجهاز التنفسى الناتجة عن الهستامين.

١١- يخلص الجسم من السموم والمعادن الثقيلة:

يدخل فيتامين C ضمن التفاعلات الحيوية المسئولة عن تخلص الجسم من السموم عن طريق تسهيل دخول الحديد ضمن مجاميع الهيم والتي هى جزء من بروتينات تقوم بحمل تلك السموم خارج الجسم. كما لوحظ إنخفاض محتوى الجسم من الرصاص عند تناول جرعات كبيرة (٣جم/اليوم) من فيتامين C لمدة أسبوعين.

أعراض نقص فيتامين C:

تبدأ أعراض نقص فيتامين C بأعراض عامة تتضمن الشعور بالتعب عند بذل أقل مجهود، ضعف المقاومة للعدوى ثم آلام فى المفاصل وصعوبة إلتأم الجروح.

وحالات النقص الشديد نادرة الحدوث وهى تؤدى إلى الإصابة بالإسقربوط حيث يحدث نزيف تحت الجلد فى صورة بقع دموية نتيجة لضعف جدر الشعيرات الدموية، آلام شديدة فى العضلات والمفاصل وجفاف الجلد. كما يصاب المريض بأنيميا خلايا الدم الحمراء المتضخمة megaloblastic anemia. وتتقدم الحالة حيث تتورم اللثة وتصبح شبه إسفنجية وتسقط الأسنان أو تختفى تحت اللثة. كما قد يحدث إضطرابات فى الجهاز العصبى وقد يحدث نزيف فى المخ وتنتهى الحالات الشديدة بالوفاة.

الكميات الموصى بها من فيتامين C:

تعتبر الكميات الموصى بها من فيتامين C عالية مقارنة بالفيتامينات الأخرى وذلك بسبب عدم تخليقه وعدم قابليته للتخزين في الجسم حيث تتراوح الاحتياجات من ٣٠ - ٦٠ مجم / اليوم خلال مراحل العمر المختلفة وتزداد أثناء الحمل والإرضاع من ٧٠ - ٩٥ مجم / اليوم (جدول ٥ - ٢).

السمية:

تناول جرعات كبيرة من فيتامين C لمدة طويلة قد يتسبب في حدوث إسهال، تقلصات في المعدة وكثرة التبول وإحمرار الجلد. وقد يؤدي أيضاً لتكوين حصاوى بالكلية خاصة لمرضى الكلى ويحدث ذلك عند تناول جرعات تزيد عن ١ جم يومياً لفترة طويلة.

ثانياً: العناصر المعدنية MINRALS

إن العناصر المعدنية هي العناصر غير العضوية التي توجد في الأطعمة ويحتاجها الجسم بنسب ضئيلة جداً للقيام بوظائفه الحيوية، ويكون العناصر المعدنية ٤% من وزن الجسم. كما أنها توجد على صور مختلفة في جسم الإنسان فعلى سبيل المثال:-

- توجد متحدة مع المركبات العضوية مثل الفوسفوبروتينات والفوسفوليبيدات والهيموجلوبين، والثيروكسين.
- توجد متحدة مع مركبات غير عضوية مثل فوسفات الكالسيوم المكونة للعظام وكذلك كلوريد الصوديوم.
- توجد على هيئة أيونات حرة مثل الكالسيوم في سوائل الجسم.

وظائف العناصر المعدنية:

لكل عنصر معدني وظائفه المحددة، إلا أنه يمكن حصر وظائف العناصر المعدنية بصورة عامة وهي:

١- وظائف بنائية أو هيكلية:

فالكالسيوم والفوسفور يدخلان في تركيب العظام والأسنان وكذلك اليود في تكوين هرمون الثيروكسين والزنك في تركيب بعض الإنزيمات والحديد في تركيب الهيموجلوبين والكلور في حامض هيدروكلوريك المعدة. كما أن بعض العناصر المعدنية تدخل في تركيب بعض الفيتامينات مثل وجود الكوبالت ضمن تركيب فيتامين ب_{١٢}، ووجود الكبريت في فيتامين ب_١.

٢- المحافظة على التوازن الحامضي القلوي:

إن تغير رقم الحموضة (PH) عن المدى الطبيعي في سوائل الخلايا يحدث أضرار كثيرة في الجسم حيث تعمل العناصر المعدنية على ثبات هذا الرقم، ومن العناصر التي تساعد على ثبات التوازن الحامضي القلوي في الجسم عناصر الصوديوم والبوتاسيوم والمغنسيوم المكونة للقلوية في حين أن عناصر الكلور والفوسفور والكبريت المكونة للأحماض.

٣- المحافظة على الضغط الاسموزي وتوازن الماء:

يعتبر الصوديوم والبوتاسيوم من أهم العناصر الألكترونية في المحافظة على الضغط الاسموزي وتوازن الماء. فالصوديوم والكلور يتواجدان بتركيز عالٍ خارج الخلايا في السوائل المحيطة بالخلية والبلازما، بينما يتواجد البوتاسيوم والفوسفات داخل الخلايا ولذلك لهم دور في المحافظة والإبقاء على الأنظمة الغروية لسوائل الجسم.

تصنيف العناصر المعدنية:

تقسم العناصر المعدنية المتواجدة في الجسم إلى عناصر معدنية كبرى Macro-elements وعناصر معدنية صغرى Micro-elements وتشمل العناصر المعدنية الكبرى سبعة عناصر هي الكالسيوم، الفوسفور،

الصوديوم، البوتاسيوم، الكلور، الكبريت والمغنسيوم وهى تشكل ٣,٥% تقريباً من وزن الجسم. اما العناصر المعدنية الصغرى وتمثل ٠,٥% من وزن الجسم وهى الحديد، النحاس، الزنك، واليود والمنجنيز، السليسيوم، الكلور، السيليكون، النيكل، الفانديوم، الرصاص، الكاديوم وبعضها يعتبر عناصر ملوثة ولم تعرف لها أهميتها الحيوية.

أولاً: العناصر المعدنية الكبرى: Macro – elements

الكالسيوم Calcium

الكالسيوم أكبر العناصر المعدنية من حيث تواجده فى الجسم، فهو بشكل (١,٥ - ٢%) من وزن الجسم.

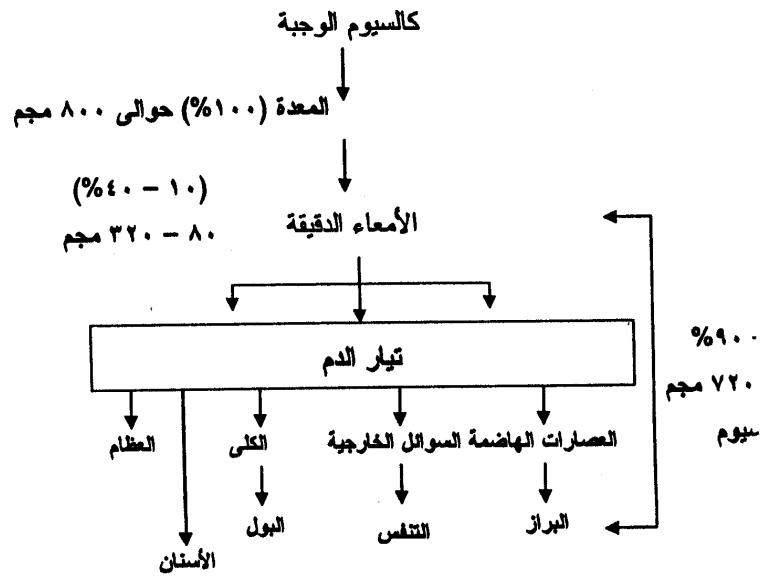
وظائف الكالسيوم:

- ١- تكوين وبناء العظام والأسنان.
- ٢- ينظم عملية انقباض وارتخاء العضلات ومن ضمنها عضلة القلب وتنظيم ضرباته.
- ٣- له دور فى تنشيط كثير من الأنزيمات والتفاعلات الحيوية.
- ٤- يعتبر الكالسيوم عنصر هام للنمو الطبيعى.
- ٥- له دور أساسى فى عملية تجلط الدم.

امتصاص وميتابوليزم الكالسيوم:

يتم امتصاص الكالسيوم فى الإنسان بطريقة الامتصاص النشط والتى تتطلب طاقة وأيضاً نوع معين من البروتين الرابط للكالسيوم وهو خاص بالكالسيوم حيث ان وظيفة هذا النوع من البروتين هو حمل الكالسيوم لينشط تخليق مركب الكالسيوم مع البروتين.

وعادة يمتص من ١٠-٤٠% فقط من الكالسيوم المتناول تحت احسن الظروف وتختلف النسبة الممتصة حسب الكمية الموجودة في الوجبات فيزداد معدل الامتصاص كلما قلت الكمية المتأولة وعندما يمر الكالسيوم خلال جدار الأمعاء ينتقل إلى بلازما الدم وينتقل في محاليل الجسم المختلفة، حيث يدخل جزء في العصارة ينتقل إلى بلازما الدم وينتقل في محاليل الجسم المختلفة حيث يدخل جزء في العصارة الهاضمة ويفرز في المعدة والأمعاء ومعظمه يعاد امتصاصه ويخرج الكالسيوم غير الممتص فيفرز مع البراز (١٣٠ مجم) بينما يفرز مع البول (١٠٠-١٧٥ مجم) وايضاً يفرز مع العرق من (١٥٥-٢٠ مجم) ويوضح شكل (٥-١٧) عملية امتصاص وميتابوليزم الكالسيوم.



شكل (٥-١٧): عملية امتصاص وميتابوليزم الكالسيوم

تعتمد كفاءة عملية امتصاص الكالسيوم على عدة عوامل منها:

- ١- مدى حاجة الجسم للكالسيوم: يزداد معدل امتصاص الكالسيوم أثناء فترات النمو السريع فتصل في الأطفال الرضع من ٥٠ - ٧٠%، كما يقل معدل امتصاص الكالسيوم مع تقدم العمر.
- ٢- حموضة المعدة: يذوب الكالسيوم في الوسط الحامض عنه في الوسط القلوي وكذلك يتم معظم الامتصاص في الجزء العلوي من الأمعاء الدقيقة حيث يعمل حامض هيدروكلوريك المعدة على سهولة امتصاص الكالسيوم.
- ٣- نسبة الكالسيوم والفوسفور في الوجبة: يعتمد امتصاص الكالسيوم على نسبة الكالسيوم إلى الفوسفور في الغذاء وتبلغ أعلى نسبة امتصاص عندما تكون نسبة الكالسيوم إلى الفوسفور هي ١ : ١ حيث أن زيادة نسبة أحد العنصرين يرسب العنصر الآخر في صورة أملاح فوسفات الكالسيوم غير ذائبة وبالتالي تكون غير قابلة للامتصاص.
- ٤- فيتامين C وفيتامين A.
- ٥- فيتامين د: يعمل فيتامين D على زيادة وسهولة امتصاص الكالسيوم لأنه ضروري لتكوين البروتين الناقل له خلال جدر الأمعاء ولذا فإن نقص هذا الفيتامين يؤدي إلى انخفاض الكالسيوم.
- ٦- سكر اللاكتوز: وجود اللاكتوز يزيد من امتصاص الكالسيوم حيث أنه يكون مركب معقد من اللاكتوز والكالسيوم في الأمعاء الدقيقة فيعمل على تسهيل مرور الكالسيوم إلى الغشاء المخاطي المبطن للأمعاء وأيضاً تخمر اللاكتوز في الأمعاء مكوناً حمض اللاكتيك الذي يخفض من رقم الحموضة وبالتالي يحسن من امتصاص الكالسيوم.
- ٧- البروتين المتناول في الوجبة: يؤثر البروتين إيجابياً على امتصاص الكالسيوم ويرجع ذلك إلى تكوين معقدات من الكالسيوم والأحماض

الأمينية أو إلى تغيير حموضة المعدة. إلا أن زيادة البروتين المتناول تؤدي إلى زيادة خروج الكالسيوم في البول.

٨- وجود الدهون إذا وجدت بكميات قليلة في الأمعاء ويكون مرورها ببطء في القناة الهضمية فإن هذا يساعد على امتصاص الكالسيوم.

كما توجد عوامل تعوق من امتصاص الكالسيوم:

- ١- حامض الأوكساليك: يعتبر حامض الأوكساليك حامض عضوي يوجد في كثير من الفاكهة والخضروات مثل السبانخ والسلق، فيتحد هذا الحامض مع الكالسيوم في القناة الهضمية مكوناً أوكسلات وهي أملاح غير قابلة للذوبان والامتصاص.
- ٢- حامض الفيتيك: يوجد حمض الفيتيك بكمية كبيرة في القشرة الخارجية من الحبوب، حيث أنه يتحد مع الكالسيوم مكوناً فيتامينات الكالسيوم غير ذائبة والتي تخرج مع البراز.
- ٣- وجود الدهون بكميات كبيرة: زيادة الدهون في الوجبة الغذائية تقلل من نسبة الكالسيوم الممتص، حيث أن الأحماض الدهنية طويلة السلسلة الكربونية تعمل على تكوين أملاح كالسيوم غير قابلة للذوبان ويخرج مع البراز.
- ٤- القلوية: حيث تكون مع الكالسيوم أملاحاً غير ذائبة تخرج للخارج.
- ٥- قلة الحركة والنشاط الجسمي.
- ٦- الضغوط النفسية: القلق والضغوط النفسية تؤثر على امتصاص الكالسيوم وكذلك التوتر العصبي يزيد من فقد إفراز الكالسيوم خارج الجسم.

توازن الكالسيوم Calcium balance

عندما تتساوى كمية الكالسيوم التي تخرج من الجسم عن طريق البول والبراز مع كمية الكالسيوم التي تدخل عن طريق الطعام فتسمى هذه الحالة بالتوازن الكالسيومي وهذه الحالة تحدث في الشخص البالغ. أما إذا

زادت كمية الكالسيوم التي تخرج من الجسم عن الكمية التي يتناولها الشخص في الطعام فتسمى هذه الحالة بتوازن الكالسيوم السالب وتحدث في بعض الأمراض مثل مرض الكساح. أما توازن الكالسيوم الموجب فيحدث عندما تزيد كمية الكالسيوم التي يمتصها الجسم عن كمية الكالسيوم التي تخرج منه وتحدث هذه الحالة في مراحل النمو المختلفة للأطفال وأيضاً مرحلة الحمل عند السيدات حيث يتم تخزين بعض الكالسيوم في الجسم لتكوين العظام الجديدة.

نقص الكالسيوم:

لا بد من توافر الكالسيوم في الغذاء بكميات مناسبة ولكن عند نقصه في الغذاء أو عدم امتصاصه من الأمعاء، فإن إفراز الغدة فوق الدرقية يزداد لتتم المحافظة على مستواه في الدم وينتج عن ذلك سحب الكالسيوم من العظام. وعادة يحدث نقص الكالسيوم في الفئات الحساسة التي تزداد فيها إحتياج الكالسيوم مثل الأطفال في مرحلة النمو، الفتيات أثناء فترة المراهقة ومرحلة الحمل والرضاعة ومن أهم أمراض نقص الكالسيوم هي:-

الكساح:

وينتج عن نقص فيتامين D، أو الكالسيوم أو كليهما في أثناء مرحلة النمو السريع في الأطفال.

مسامية وضمور العظام Osteoporosis

وهو حدوث خلل في بناء الشبكة البروتينية في العظام ونقص في كتلتها وينتج عنه صغر حجم العظام ومساميتها وسهولة كسرها وصعوبة التئام كسورها، وعادة يصيب هذا المرض كبار السن.

لين العظام Osteomalacia

يحدث هذا المرض نتيجة سحب الأملاح غير العضوية من العظام وأهمها الكالسيوم والفوسفات دون تعويضها في مرحلتى الحمل والرضاعة.

التشنج Tetany

عند إنخفاض الكالسيوم في الدم أو زيادة نسبة الفوسفات إلى الكالسيوم ينتج حالة من الحركة غير المنظمة للعضلات وتزيد حساسية الأعصاب، فتؤدي إلى التشنج في الأطفال والحوامل.

زيادة الكالسيوم:

قد يرتفع مستوى الكالسيوم في الدم والبول ويؤدي إلى حالة مرضية تسمى Hyper Calcemia.

الاحتياجات اليومية

الأطفال من ٦ شهور - سنة	٣٦٠ مجم/يوم
سنة - ١٠ سنوات	٨٠٠ مجم/يوم
الأولاد من ١١ سنة - ١٨ سنة	١٢٠٠ مجم / اليوم
البالغين	٨٠٠ مجم / اليوم
الحوامل والمرضعات	١٢٠٠ مجم / اليوم

مصادر الكالسيوم:

أهم المصادر الغذائية للكالسيوم هو اللبن ومنتجاته، والخضروات الورقية (مع ملاحظة أن السبانخ تحتوى على أكسالات) وصفار البيض والسردين المعلب والسالمون بالعظام والكبد.

الفوسفور Phosphorus

يعتبر الفوسفور ثانى عنصر من الجسم من حيث كميته، فتبلغ نسبة الفوسفور حوالى ١% من وزن الجسم أى يعادل نصف كمية الكالسيوم ويوجد ٨٠% من كمية الفوسفور فى العظام، بينما يتوزع حوالى ٢٠% منه فى أنسجة وخلايا الجسم المختلفة وهو بذلك أكثر توزيعاً من الكالسيوم فى جميع خلايا الجسم. ويبلغ تركيزه فى بلازما الدم حوالى ٣,٥ مجم فوسفور/١٠٠ مل دم.

وظائف الفوسفور:

- يقترن دراسة الفوسفور بالكالسيوم لأنه يتحد مع الكالسيوم لتكوين فوسفات الكالسيوم لبناء العظام والأسنان فيما يلى، أهم وظائفه:
- ١- ضرورى لتكوين العظام والأسنان.
 - ٢- ضرورى لتمثيل وامتصاص وانتقال العناصر الغذائية مثل الكربوهيدرات والدهون والبروتينات.
 - ٣- يدخل فى تركيب كثير من الأنزيمات ومرفقات الأنزيمات وكذلك الأحماض النووية.
 - ٤- الفوسفور عنصر مهم لتنظيم تفاعلات الجسم وخاصة أنه يدخل فى تكوين ونقل وتخزين الطاقة الحيوية حيث يدخل فى تركيب ATP.

امتصاص وميتابوليزم الفوسفور:

يتم معدل امتصاص الفوسفور من الوجبة حوالى ٧٠% من الأمعاء الدقيقة وأن حوالى ٩٠% من الفوسفور الممتص يدخل فى تكوين العظام والأسنان مع الكالسيوم، كما يتم إخراج من الفوسفور غير الممتص عن طريق البول والبراز، الذى ينظم هرمون الغدة فوق الدرقية عملية توازن الفوسفور فى الدم عن طريق إفراز الكمية الزائدة فى البول، فعند ارتفاع

مستوى الفوسفور في الدم يعمل هذا الهرمون على تقليل إعادة امتصاص الفوسفات من الكلى بعد ترشيحها.

جميع العوامل التي تؤثر على امتصاص وإعاقة الكالسيوم هي نفس العوامل المؤثرة على الفوسفور.

نقص الفوسفور:

يؤدي نقص الفوسفور إلى اختلال النمو الطبيعي وضعف العضلات وعدم إتمام التكلس للعظام والأسنان. وعند نقص الفوسفات في الدم Hypo phosphatemia وهي حالة تنتج عن قلة امتصاص الفوسفور في الأمعاء أو خلل هرموني ينعكس على زيادة إفراز الغدة فوق الدرقية للهرمون. أما زيادة الفوسفات في الدم Hyper phosphatemia تنتج عن نقص إفراز هرمون الغدة فوق الدرقية أو خلل في عمل الكلى. كما أن نقص نسب الكالسيوم إلى الفوسفور يؤدي إلى التهاب المفاصل والتشنج.

الاحتياجات اليومية:

احتياجات الفرد من الفوسفور مساوية تماماً لاحتياج من الكالسيوم.

مصادر الفوسفور:

يوجد الفوسفور في جميع الأنسجة الحيوانية والنباتية، بوجه عام المصادر الغنية بالكالسيوم والبروتين تحتوى على كميات جيدة من الفوسفور.

المغنسيوم Magnesium

يحتوى جسم الإنسان حوالى ٢٥ جم من المغنسيوم ويوجد ٦٠ - ٧٠ % منه مرتبط مع الكالسيوم والفوسفور فى أملاح العظام ويوجد الباقي فى أنسجة الجسم وسوائله وتحتوى العضلات على كمية من المغنسيوم أعلى من كمية الكالسيوم، بينما يحتوى الدم على كمية من الكالسيوم أعلى من المغنسيوم.

وظائف المغنسيوم:

- ١- المغنسيوم ضرورى لعمل كثير من الأنزيمات المسئولة عن ميتابوليزم الكربوهيدرات والطاقة، وكذلك الإنزيمات التى تدخل فى نقل الطاقة.
- ٢- المغنسيوم ضرورى لتخليق الأحماض النووية.
- ٣- المغنسيوم ضرورى لنشاط الجهاز العصبى وانقباض العضلات وإفراز الأنسولين.
- ٤- يعمل مع الكورتيزون على تنظيم فوسفات الدم.
- ٥- المغنسيوم له دور فى عمل الغدد الصماء.
- ٦- مهم لزيادة كفاءة إمتصاص بعض المعادن مثل الكالسيوم والفوسفور.

امتصاص وميتابوليزم المغنسيوم:

يمتص حوالى ٤٠ % من الدخلى اليومى للمغنسيوم من المعاء الدقيقة ويخرج مع البراز حوالى ٥٥ %. توجد علاقة وثيقة بين المغنسيوم والكالسيوم من حيث الامتصاص والإفراز فى البول وهناك علاقة عكسية بين امتصاص العنصرين، فأن إرتفاع نسبة المغنسيوم فى الدم يؤدى إلى زيادة إفراز الكالسيوم فى البول وزيادة تناول الكالسيوم تؤدى إلى زيادة إفراز المغنسيوم فى البول. كما أنه يزداد فقد المغنسيوم عند استخدام مدرات البول أو تعاطى المشروبات الكحولية.

نقص الماغنسيوم:

يؤدى نقص الماغنسيوم إلى حالات التشنج الناتجة عن خلل فى عمل الأعصاب التى تؤثر على العضلات.

الاحتياجات اليومية:

تقدر الحاجة اليومية من الماغنسيوم بحوالى ٣٠٠ - ٤٠٠ مجم للبالغين و ٤٥٠ مجم للحوامل والمرضعات.

مصادر الماغنسيوم:

يوجد فى الأغذية النباتية والحيوانية، إلا أنه يدخل فى تركيب الكلورفيل، فمعظم الخضروات الورقية والحبوب تعتبر مصادر جيدة من الماغنسيوم.

الكبريت Sulfur

يوجد الكبريت بنسبة ٠,٢% فى كل خلية من خلايا الجسم، كما توجد بعض إفرازات الجسم التى تحتوى على كبريت مثل اللعاب والصفراء، كما يوجد فى هرمون الأنسولين.

وظائف الكبريت:

- ١- يدخل فى الكثير من التفاعلات الأنزيمية والتى تحتاج إلى الإنزيم المساعد Coenzyme A وكذلك فى السلسلة للجلوتاثيون التى تعتمد على مجموعة السلفايدريل (SH) فى نشاطها.
- ٢- يدخل فى تركيب الأنسولين وبناء الصفراء.
- ٣- يدخل فى تركيب بعض الفيتامينات مثل الثيامين Thiamin والبيوتين Biotin.

- ٤- يدخل فى تركيب الأحماض الأمينية الأساسية مثل الميثيونين methionine، والسستين Cysteine والسستين Cystine.
- ٥- يدخل فى تركيب الكراتين keratin وهو بروتين يدخل فى تركيب الجلد والأظافر والشعر.
- ٦- يتحد مع بعض المواد السامة مثل الفينول ويحولها إلى مواد غير سامة وتخرج مع البول.

امتصاص ميتابوليزم الكبريت:

يوجد الكبريت على شكلين فالأول الكبريت العضوى الموجود فى تركيب البروتينات وغيرها من المركبات المحتوية على الكبريت والآخر غير العضوى والمكون بصورة رئيسية من كبريتات الصوديوم والمغنسيوم واليوتاسيوم.

فيمتص الكبريت غير العضوى بصورة مباشرة فى خلايا جدر الأمعاء وينتقل إلى وريد الدم. أما الكبريت العضوى فيمتص فى صورة المركبات التى تدخل فى تركيبها. يتم تخزين الكبريت فى معظم خلايا الجسم وأعلى تركيز يوجد فى الشعر والجلد والأظافر.

نقص وزيادة الكبريت:

لا توجد أعراض نقص الكبريت، نظراً لتوفر مصادره وخاصة الأحماض الأمينية التى توفر للجسم ما يحتاجه من كبريت. أما الزيادة منه تفرز عن طريق البول.

الاحتياجات اليومية:

لا توجد توصيات تتعلق باحتياجات الكبريت ولكن ترتبط باحتياجات البروتين.

المصادر الغذائية:

تعتبر البروتينات أحسن مصدر للكبريت.

Sodium الصوديوم

يحتوى جسم الإنسان على حوالى ١٢٠ جم من الصوديوم، فيوجد ٣/١ هذه الكمية فى الهيكل العظمى والباقي فى سوائل الجسم خارج الخلايا.

وظائف الصوديوم:

- ١- الصوديوم هو الأيون الموجب فى السوائل خارج الخلايا، فى حين أن البوتاسيوم ويوجد داخل الخلايا بالتالى يساعد مع البوتاسيوم على حفظ الضغط الأسموزى داخل وخارج خلايا الجسم.
- ٢- يعمل على حفظ توازن الحموضة والقلوية فى الجسم.
- ٣- يعمل على نقل الإشارات العصبية.
- ٤- له دور ضرورى فى امتصاص الجلوكوز وكذلك انتقال بعض العناصر الغذائية خلال خلايا الجسم.

امتصاص ميتابوليزم الصوديوم:

عادة يتناول الشخص الصوديوم على هيئة كلوريد صوديوم (ملح طعام) ويتم امتصاص كمية صغيرة جداً من الصوديوم فى المعدة أما الكمية الأكبر فيتم امتصاصها فى الأمعاء الدقيقة وأى زيادة عن الحد الطبيعى يتم إخراجها عن طريق البول. ويتحكم فى ميتابوليزم الصوديوم هرمون Aldosterone الذى يفرز من الغدة فوق الكلى الذى ينظم درجة إعادة امتصاص الصوديوم، كما أنه يتأثر بإفرازات الهرمون المضاد لإدرار البول Antidiuretic hormone الذى يفرز من الجزء الخلفى من الغدة النخامية.

ينتقل الصوديوم بعد إمتصاصه إلى الدم إذا زاد مستوى الصوديوم في الدم فإن هرمون Aldosterone يقل فيحدث تنبيه لمركز الإحساس بالعطش في الهيبوثالامس فيتناول الإنسان كمية من مياه الشرب وبالتالي يمكن للكلية أن تخرج كمية أكبر من البول محتوية على الصوديوم الزائد عن حاجة الجسم. كما يتم إخراج كمية من الصوديوم عن طريق العرق ولكن نسبته صغيرة جداً وتزيد هذه الكمية تحت ظروف خاصة مثل إرتفاع درجة حرارة الجو، والقي، وحالات إرتفاع ضغط الدم، والتهاب الكلية.

نقص الصوديوم:

يظهر نقص الصوديوم عندما يحدث جفاف للجسم عن طريق السوائل وبالتالي يقل حجم الدم فيؤدي ذلك إلى تشنجات عضلية وضعف وصداع وشعور بالغثيان.

زيادة الصوديوم:

زيادة كمية الصوديوم في الجسم تؤدي إلى زيادة الضغط الأسموزي في أنسجة الجسم وبالتالي تحدث الأوديما أو الاستسقاء.

الاحتياجات اليومية:

حوالي ٤-٦ جم من ملح الطعام تسد احتياجات الجسم من الصوديوم.

المصادر الغذائية:

يوجد الصوديوم في الأطعمة بكميات أكبر عن الأطعمة النباتية.

البوتاسيوم Potassium

يحتوي جسم الإنسان على ٢٧٠ جم بوتاسيوم أي ضعف كمية الصوديوم إلا أنه يوجد بصورة رئيسية داخل الخلايا، ففي داخل الخلايا تبلغ

نسبة البوتاسيوم إلى الصوديوم ١٠ : ١ كما أن تركيز في بلازما الدم حوالي ١٤ - ٢٠ مجم / ١٠٠ مل.

وظائف البوتاسيوم:

- ١- يعمل البوتاسيوم مع الصوديوم على تنظيم الضغط الأسموزي داخل الخلايا.
- ٢- لازم لإفراز الأنسولين.
- ٣- يساعد على توصيل انقباض العضلات خصوصاً عضلة القلب.
- ٤- يعتبر هام لحفظ توازن الحموضة والقلوية بالخلايا.
- ٥- مهم لتكوين الجليكوجين.

امتصاص وميتابوليزم البوتاسيوم:

يمتص البوتاسيوم بسهولة من الأمعاء الدقيقة ويخرج جزء قليل مع البراز ولكن معظم البوتاسيوم يفرز عن طريق البول أو العرق، كما تقوم الكلى بتنظيم إخراج وإعادة امتصاصه حسب الحاجة إليه وهذا يعتمد على عدة تغيرات من أهمها حالة حموضة المعدة أو حالة زيادة إفراز هرمون الألدسترون Aldosterone الذي يفرز من غدة فوق الكلية.

نقص البوتاسيوم:

يؤدي نقص البوتاسيوم إلى ضعف وشلل العضلات أو النعاس ومن أهم العوامل التي تسبب نقص البوتاسيوم هو الإسهال المزمن أو القيء، كما أن استعمال أدوية مدرة البول تؤدي إلى زيادة إخراج البوتاسيوم في البول ونقصه في الدم Hypo Kalemia.

زيادة البوتاسيوم:

تؤدي إلى ضرر في الكلى وضعف عضلة القلب والجهاز العصبي وإذا زاد البوتاسيوم في الدم ينتج Hyper Kalemia.

الاحتياجات اليومية: تقدر الاحتياجات اليومية من البوتاسيوم للشخص البالغ حوالى ٢ - ٤ جم.

المصادر الغذائية: يتوفر البوتاسيوم فى الأطعمة النباتية مثل الخضروات والحبوب الكاملة.

ثانياً: العناصر المعدنية الصغرى Micro - elements

الحديد Iron

تم اكتشاف عنصر الحديد عام ١٧١٣ على أنه أحد مكونات الأنسجة الهامة فى الجسم، حيث أنه يكون ٠,٠٠٤% من وزن الجسم، ترجع أهمية الحديد إلى دخوله فى عمليات الأكسدة داخل الجسم، فيقوم بحمل الأكسجين اللازم للأكسدة وكذلك CO_2 الناتج من عملية الأكسدة.

توزيع الحديد بالجسم:

يوجد الحديد فى كل خلايا الجسم ولكنه يتركز فى الدم فحوالى ٧٠% من كمية الحديد تدخل فى التفاعلات الفسيولوجية فمعظمه يدخل فى تركيب الهيموجلوبين وهو بروتين كرات الدم الحمراء وجزء بسيط يدخل فى تركيب هيموجلوبين العضلات وهو بروتين العضلات بالإضافة إلى ذلك فإن الحديد يدخل فى تركيب بعض الأنزيمات الهامة مثل إنزيم السيتوكروم. أما الجزء الباقي من الحديد وهو ٣٠% يخزن فى الكبد والطحال ونخاع العظام الذى يمد الجسم عند الحاجة إليه. والحديد المخزن إما أن يكون فى صورة مركب معقد قابل للذوبان وهو Ferritin أو فى صورة مركب معقد غير قابل للذوبان Hemosiderin. كما يوجد الحديد فى بلازما الدم فى صورة Trans - ferrin وهو الحديد المتقل من أماكن أو الكبد إلى الخلايا. والجدول (٥-١٧) يوضح توزيع الحديد فى الجسم لكل من الذكور والإناث.

جدول (٥-١٧): توزيع الحديد في جسم الإنسان

نوع الحديد	النسبة المئوية (%)	الكمية (مجم)	
		ذكور	إناث
هيموجلوبين	٦٠ - ٧٥	٢١٠٠	١٧٥٠
ميوجلوبين	٣	١٠٠	١٠٠
حديد الأنسجة الإنزيمات	٥ - ١٥	٣٥٠	٣٠٠
الحديد المخزن (الكبد، الطحال، نخاع العظام)	صفر - ٣٠	١٠٠٠	٤٠٠
الحديد المتقل	١	٣	٣
فريتئين السيرم	١	٣	١
المجموع		٣٥٥٣,٣	٢٥٥٣,١

وظائف الحديد في الجسم:

- ١- يعمل على حمل ونقل الأكسجين CO_2 بين الأنسجة وبعضها إلى خارج خلايا الجسم.
- ٢- يدخل في تكوين بعض الأنزيمات والمركبات التي تدخل في تمثيل الطاقة مثل السيتوكروم اللازم لعملية أكسدة كل من المواد الكربوهيدراتية والدهنية والبروتين.
- ٣- يدخل في تكوين الدم، حيث أن الهيموجلوبين هو المكون الرئيسي لكرات الدم الحمراء.
- ٤- يعمل على تحويل البيتاكاروتين إلى فيتامين أ.

إمتصاص وميتابوليزم الحديد:

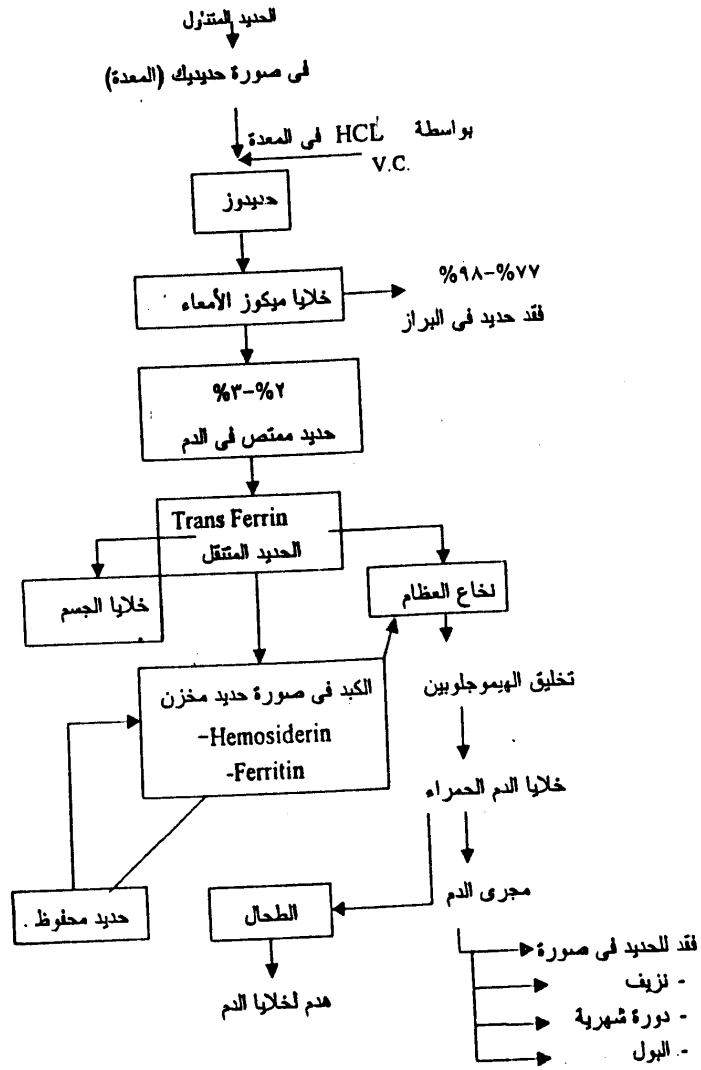
يتم إمتصاص الحديد مباشرة من الأمعاء الدقيقة إلى الدم والصورة الذي يمتص فيها هي الحديدوز Fe^{++} ، حيث يوجد الحديد في الغذاء على هيئة حديدك Fe^{+++} ثم يختزل إلى حديدوز بواسطة حامض هيدروكلوريك المعدة. ويتوقف معدل امتصاص الحديد على نوعه ومصدره بمعنى أن الحديد الحيواني الموجود في اللحوم والطيور والأسماك يكون سريع الامتصاص عن الحديد النباتي الموجود في المصادر

النباتية. حيث وجد أن صور الحديد فى الأغذية الحيوانية heme-iron ومعدل امتصاصه يصل ٢٣ - ٣٠% أما فى صورة non - heme مثل السمك فيصل امتصاصه إلى ١٥% بينما فى الأغذية النباتية nonheme-iron معدل امتصاصه من ٣ - ٨% حسب وجود عوامل غذائية أخرى فى الوجبة الغذائية.

وبمجرد أن يتم امتصاص الحديد من الأمعاء إلى الدم فيحمل إلى جميع أجزاء الجسم ويكون مرتبطاً ببروتين الترانس فيرين Trans Ferrin إلى الأنسجة ونخاع العظام وأماكن تخزين الحديد فى الجسم وجزء يذهب لتكوين الأنزيمات التى تدخل فى تركيبها الحديد والجزء الباقى يدخل فى تكوين هيوجلوبين الدم وميوجلوبين العضلات والشكل (٥-١٨) يوضح امتصاص وميتابوليزم الحديد فى الجسم.

العوامل التى تؤثر على امتصاص الحديد

- ١- حاجة الجسم للحديد: كلما زاد احتياج الفرد للحديد كلما زاد معدل الامتصاص فيزداد معدل الامتصاص فى الأطفال وأثناء فترة الحمل والرضاعة وحالات الأنيميا.
- ٢- الصورة الذى يوجد عليه الحديد: امتصاص الحديد على صورة حديدوز يكون أكبر من الحديدك، فوجود حامض هيدروكلوريك المعدة يعمل على زيادة امتصاص الحديد وكذلك الأحماض الأمينية وخاصة السستين Cysteine يعمل على زيادة الامتصاص.
- ٣- تركيب الوجبة: يمتص حوالى ٥% من الحديد الموجود فى الأغذية النباتية بينما يصل إلى ٣٠% فى اللحوم و١٥% فى الأسماك. عند تناول اللحوم مع الخضروات فى الوجبة الواحدة يزيد معدل امتصاص الحديد مرتين أو ثلاثة عن المعدل الطبيعى ويرجع ذلك إلى وجود الأحماض الأمينية مثل السستين فى اللحوم.



شكل (٥-١٧): امتصاص وميتابوليزم الحديد

وكذلك وجود فيتامين ج فى الطعام يعمل على زيادة الامتصاص لأنه يعمل على اختزال الحديد وتحويله إلى حديدوز وكذلك تحويله إلى مركب ذائب حتى يتم وصوله إلى الأمعاء حيث يتم امتصاصه.

العوامل التى تعوق امتصاص الحديد:

- ١- زيادة الألياف والمواد السليزية فى الوجبة.
- ٢- وجود حامض الفيتيك وهو حامض عضوى يوجد فى بعض الحبوب الكاملة حيث يتحد مع الحديد مكون مركباً غير قابل للذوبان.
- ٣- وجود حامض التانيك الذى يوجد بكثرة فى الشاي.

مراحل نقص الحديد

١- مرحلة استنفاد المخزون من الحديد Iron- storage depletion

وفى هذه المرحلة يحدث نقص الحديد فى نخاع العظام وزيادة امتصاص الحديد من الأمعاء كمحاولة من الجسم للتغلب على هذا النقص، وفى هذه المرحلة لا يصعب تشخيص فقر الدم.

٢- مرحلة فقر دم خافت Latent anemia

وفى هذه الحالة يحدث نقص الحديد فى نخاع العظام وأيضاً فى سیرم الدم، كما يحدث نقص فى درجة إشباع البروتين الناقل للحديد Transferrin saturation وتستمر الزيادة فى قابلية الحديد للامتصاص من الأمعاء.

٣- مرحلة فقر الدم المبكر Early anemia

وفىها تتميز بنقص الهيموجلوبين فى الدم إلى ١٠ - ١١ جم / ١٠٠ مل دم، مع وجود تغير فى شكل وحجم كرات الدم الحمراء، وجود تغيير بسيط مع استمرار نقص الحديد فى السیرم وعدم تشبع البروتين الناقل للحديد.

٤- مرحلة فقر الدم الواضح Obvious anemia

وتتميز هذه المرحلة بانخفاض مستوى الهيموجلوبين إلى أقل ١٠ جم/ ١٠٠ مل دم مع وجود تغيرات واضحة في شكل وحجم كرات الدم الحمراء بحيث تصبح أصغر حجماً ويقل تركيز الهيموجلوبين داخلها.
نقص الحديد:

نتيجة لنقص الحديد في الطعام ينتج عنه فقر الدم أو الأنيميا وهي حالة مرضية تنتج عن نقص مادة الهيموجلوبين في الدم. وجدول (٥-١٨) يوضح التركيز الطبيعي للهيموجلوبين ومستوياته الدالة على الأنيميا حسب فئات العمل المختلفة. وتصنف الأنيميا على أنها فقر الدم خفيف عندما تكون نسبة الهيموجلوبين من ١٠ - ١١ جم/ ١٠٠ مل دم أو فقر دم متوسط فيه تتراوح نسبة الهيموجلوبين من ٧ - ١٠ جم / ١٠٠ مل دم وشديد وهي أقل من ٧ جم/ ١٠٠ مل دم.

أعراض الأنيميا:

بهتان لون الجلد والخمول والتعب وعدم القدرة على التركيز - شحوب الوجه والصداع - عدم إنتظام الدورة الشهرية في حالات فقر الدم الشديد. إن الإنيميا الراجعة لنقص الحديد قد تنشأ لأسباب أو نتيجة سوء امتصاص الحديد من الغذاء أو فقر الدم الناتج من النزيف، أو وجود الطفيليات في الأمعاء.

جدول (٥-١٨): تقسيم مستويات الهيموجلوبين في الدم جم/ ١٠٠ مل دم

العمر	مستوى الهيموجلوبين في الدم
الأطفال	
٦ شهور - ٦ سنوات	١١ جم / ١٠٠ مل دم
٦ سنوات - ١٤ سنة	١٢ جم / ١٠٠ مل دم
الذكور البالغين	١٣ جم / ١٠٠ مل دم
الإناث البالغات	١٢ جم / ١٠٠ مل دم
السيدات الحوامل	١١ جم / ١٠٠ مل دم

الاحتياجات اليومية من الحديد

قدرت الاحتياجات اليومية من الحديد حسب هيئة الغذاء والتغذية الأمريكية على النحو التالي:

الأطفال

١٠ - ٤ سنوات	١٠ مجم حديد/ يوم
الذكور أكثر من ١٨ سنة	١٠-١٢ مجم حديد/ يوم
الإناث من ١١ - ٥٠ سنة	١٨ مجم حديد/ يوم
السيدات الحوامل والمرضعات	يضاف ٣ مجم حديد / يوم

مصادر الحديد:

يعتبر الكبد واللحوم وصفار البيض والبقول الجافة والخضروات الورقية والحبوب الكاملة من الأغذية الغنية بالحديد. أما اللبن ومنتجاته فهو فقير في الحديد.

النحاس Copper**توزيع النحاس بالجسم:**

يوجد النحاس في جسم الإنسان البالغ حوالى ١٠٠ - ١٥٠ مجم، موزعة بشكل رئيسى على العظام والعضلات والكبد والدماغ والجهاز العصبى المركزى والكلى. وفى الكبد يتم تخزين ١٠% من كمية النحاس الموجودة فى الجسم ويصل محتوى النحاس فى كبد الجنين إلى حوالى ٥ - ١٠ مرات مثل محتواه فى كبد الشخص البالغ.

وظائف النحاس:

١- يساعد النحاس على منع الأنيميا حيث أنه يعمل على سهولة إمتصاص الحديد فى الجسم وتكوين هيموجلوبين الدم ولكنه ليس من مكونات الهيموجلوبين.

- ٢- هام التخليق الفوسفوليبيدات الهامة في الجسم، كما أنه ضروري لتكوين RNA.
- ٣- يدخل في تكوين بعض الإنزيمات الهامة مثل الإنزيمات المؤكسدة وأهمها Cytochrome Oxidase.
- ٤- يساعد على تحويل الحمض الأميني التيروسين Tyrosine إلى ميلانين Melanin وهي الصبغة الموجودة في الشعر والجلد.
- ٥- يدخل في تكوين العظام وأنسجة الدماغ، كما أنه يلزم لعمل خلايا المخ والحبل الشوكي.

امتصاص وميتابوليزم النحاس:

يمتص النحاس في الجزء العلوي من الأمعاء الدقيقة ويمر النحاس من الأمعاء إلى الدم في فترة قصيرة لا تتعدى ١٥ دقيقة من هضمه. إلا أن إمتصاصه يعتمد على البروتين الرابط للنحاس Metalothionein. إن ٧% من نحاس البلازما ما يتحد مع البيومين الدم أو بعض الأحماض الأمينية، وهذه النسبة هي التي عن طريقها يتم نقل وتبادل النحاس من مجرى القناة الهضمية والأنسجة. أما ٩٣% من نحاس البلازما يتحد مع جلوبيولين الدم مكون مركب بروتين معقد يخزن في الكبد. يخزن النحاس أساساً في الكبد، حيث يعمل الكبد كمصدر لإفراز النحاس. النحاس الممتص من الغذاء ٨٠% منه يفرز عن طريق إفرازات الصفراء وبالتالي مع البراز خارج الجسم و ١٦% يعاد إنتشاره ثانياً خلال القناة الهضمية لتكوين المركب البروتين المعقد من النحاس والألبومين في سيرم الدم والجزء الباقي ٤% يفرز مع البول.

نقص النحاس:

لا يحدث نقص النحاس في الإنسان ولكن لوحظ إنتشار النقص بين الأطفال في سن ٧ - ٩ شهور الذين يعتمدون اعتماداً كلياً على اللبن في تغذيتهم.

التسمم بالنحاس:

عندما تزيد نسبة النحاس في الطعام وهذه الزيادة تصبح سامة للجسم وفي هذه الحالة يعمل النحاس كمثبط للكثير من الإنزيمات. ومن الأمراض الوراثية التي تنتج عنها تراكم النحاس وارتفاع مستواه في أنسجة الجسم هو مرض ويلسون *Wilson's disease* حيث تحدث تغييرات في نسيج المخ وفي الكبد ويزداد إمتصاص النحاس من الأمعاء ويتراكم في الكبد وقرنية العين والدماغ والكلية. وهذا المرض عبارة عن اضطراب وراثي ناتج من متابوليزم غير طبيعي للنحاس.

الاحتياجات اليومية:

تقدر إحتياجات الإنسان اليومية من النحاس ٣ مجم للبالغين و ٣ مجم للحوامل والمرضعات و ١ - ٢ مجم للأطفال.

مصادر النحاس: اللحوم والكبد والبقوليات والمكسرات.

Iodine اليود

اليود من العناصر الضرورية في تغذية الإنسان وهو هام في تكوين هرموني الثيروكسين *Thyroxine* والثيروكسين ثلاثي اليود اللذين تفرزهما الغدة الدرقية.

وظائف اليود:

من أهم وظائف اليود يدخل في تركيب هرمون الثيروكسين والذي له أهمية بالغة في:

- ١- تنظيم سرعة عمليات الأكسدة في خلايا الجسم.
- ٢- تمثيل المواد الكربوهيدراتية، فكلما زاد هذا الهرمون زاد من تمثيل المواد الكربوهيدراتية.
- ٣- تؤثر على النمو فكلما قل هرمون الثيروكسين أدى ذلك إلى نقص النمو.

- ٤- يؤثر على نشاط كل من الجهاز العصبي والعضلي والدوري والتناسلي.
- ٥- يؤثر على نشاط عدد من الغدد الصماء.
- ٥- مهم لتخليق البروتينات.
- ٦- تحويل الكاروتين إلى فيتامين A.

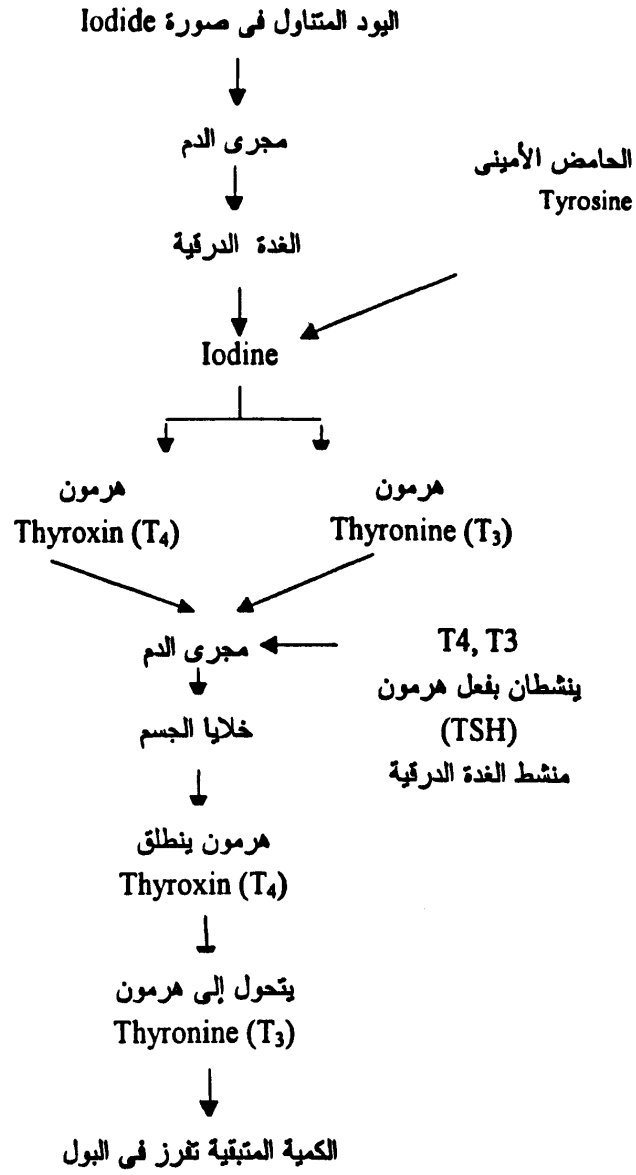
الامتصاص والميتابوليزم:

يمتص اليود في الجزء العلوي من الأمعاء الدقيقة في صورة Iodide ثم ينتقل إلى الدم حيث تأخذ الغدة الدرقية ٣٠% منه والذي يتم تأكسده إلى Iodine حيث يرتبط بالحامض الأميني Tyrosine لتنتج هرمونات (T₄) Thyroxine, Thyronine (T₃) إلى مجرى الدم والالذان ينشطان بفعل هرمون يفرز من الغدة النخامية ويكون محفزاً للغدة الدرقية Thyroid – stimulating hormone (TSH) حيث يتحكم هذا الهرمون في إطلاق (T₄) وقد يتم تحويل (T₄) Thyroxine إلى (T₃) Thyronine عند دخوله الخلية وتحوله إلى دوره الأكثر نشاطاً. ويعاد امتصاص جزء من اليود الناتج من انحلال هرموني (T₄) لاستعماله ثانياً مع اليود الممتص ويخرج معظم اليود من الجسم عن طريق البول. ويوضح شكل (٥ - ١٩) امتصاص وميتابوليزم اليود في الجسم.

نقص اليود:

عندما تقل كمية اليود عن المستوى المطلوب فتحاول الغدة الدرقية تعويض هذا النقص مما يؤدي إلى زيادة حجمها وتضخمها وتسمى هذه الحالة مرض الجويتر البسيط Simple Goiter في الأشخاص البالغين ومن أعراض هذا المرض:

- ١- زيادة حجم الغدة الدرقية.
- ٢- انخفاض سرعة التمثيل الغذائي في الجسم نتيجة لقلّة إفراز هرمون الثيروكسين.



شكل (١٨-٥): إمتصاص وميتابوليزم اليود

وفى حالة الجوتير الحاد يتميز الشخص بالتباعد الذهني وخشونة الجلد وورم اللسان كذلك الضعف العام. أما إذا حدث نقص اليود فى الأطفال فتتسأ حالة التقزم Cretinism وهو مرض ينتج عنه تشوه خلقى حيث يتوقف النمو البدنى والعقلى.

الاحتياجات اليومية:

الكمية المثلئ من اليود التى ينبغى أن يتناولها الرجل البالغ والمرأة البالغة هى ٠,١٤ مجم، ٠,١٠ مجم على التوالى من اليود وقد يحتاج الأطفال فى مرحلة النمو والحوامل والمرضعات أكثر من ذلك. ويمكن الحصول على هذه الكميات الضئيلة عن طريق الغذاء والماء فى المناطق التى يتوفر فيها اليود فى التربة.

مصادر اليود:

تعتبر الأسماك البحرية من المصادر الغنية بعنصر اليود ولضمان الحصول على كمية اليود الكافية يمكن استخدام ملح الطعام المدعم باليود أو مياه الشرب المضاف إليها يود وأيضاً الخبز المدعم بعنصر اليود.

الزنك Zinc

(الخاصين)

يوجد الزنك فى أنسجة الإنسان والحيوان، حيث يبلغ كميته فى جسم الإنسان البالغ ٣ جم وحوالى ٧٠% من هذه الكمية توجد فى الهيكل العظمى ويوجد بنسب عالية فى كل من الجلد والشعر والخصيتين، كما يوجد فى الكبد وخلايا الدم الحمراء.

وظائف الزنك:

- ١- يدخل الزنك فى تكوين حوال ٢٥ أنزيماً لازم لعملية هضم وامتصاص الأطعمة مثال ذلك إنزيم Carbonic anhydrase الذى يوجد فى خلايا الدم الحمراء الذى يلعب دوراً هاماً فى الحفاظ على ميزان الحموضة والقلوية فى الجسم.
- ٢- مهم لعمل الأنسولين.
- ٣- يدخل فى بناء الأحماض النووية DNA, RNA.
- ٤- هام فى عملية إلتام الجروح.
- ٥- يساعد فى نضج الأعضاء التناسلية وكذلك غدة البروستاتا للقيام بوظائفها.

إمتصاص الزنك:

يمتص الزنك فى الجزء العلوى من الأمعاء الدقيقة مرتبطاً بالبروتين ميتالوثيونين Mettallothionein. ويقدر ١٠ - ٢٠% فقط من الزنك تمتص فى الوجبة العادية، بينما يخرج الباقي مع البراز ويخرج جزء قليل مع البول والعرق. ويتوقف معدل إمتصاص الزنك على الكمية والصورة الموجودة بها الزنك فى الوجبة وكذلك توجد مواد تعيق من إمتصاص الزنك مثل حمض الفتيك والألياف. ووجود أمراض طفيلية.

نقص الزنك:

أعراض نقص الزنك كثيرة ومتنوعة منها:

- ١- تأخير النمو فى الأطفال.
- ٢- تأخر البلوغ الجنسى وقلة الإفرازات التناسلية فى الذكور.
- ٣- تأخر شفاء الجروح.
- ٤- ضعف الشهية وضعف حاسة الشم والتذوق.

الاحتياجات اليومية:

بإستهلاك البالغين والمراهقين ذكوراً وإناثاً ١٥ مجم / يومياً أما
الحوامل بإستهلاك ٢٠ او ٢٥ مجم /يومياً والأطفال فى عمر عام من
٣ - ٥ مجم / يومياً.

مصادر الزنك:

تعتبر الأطعمة البحرية مثل المحار والمحار والجمبرى والجنبدوفلى من
أفضل المصادر ويليهما اللحوم الحمراء. عادة الوجبات المحتوية على
بروتينات حيوانية تكون عالية فى محتواه من الزنك.

الكوبلت Cobalt

يدخل الكوبلت فى تركيب فيتامين B₁₂ وهو يعمل على تنشيط عدد
من الإنزيمات كما أنه يدخل بطريقة غير مباشرة فى تكوين كرات الدم
الحمراء لأنه جزء من فيتامين B₁₂. ويمتص معظمه فى الأمعاء الدقيقة كما
يخزن معظمه فى الكبد والكلى والبنكرياس والطحال.

يؤدى نقصه إلى ظهور أعراض الأنيميا الخبيثة وإذا لم يعالج النقص
فيحدث خلل فى الأعصاب.

ويحتاج الإنسان ١ ميكروجرام يومياً. أحسن مصادره اللحوم خاصة
الكبد والكلى، والمحار وينقص أو ينعلم فى الخضروات.

الكروميوم Chromium

يوجد فى صورتين صورة غير عضوية لا يستفيد منها الإنسان كثيراً
وصورة عضوية موجودة فى الخميرة وسمى الكروميوم فى الصورة
العضوية بمعامل تحمل الجلوكوز (GTF) Glucose Tolerance Factor
لأنه يحافظ على مستوى الجلوكوز طبيعياً فى الدم أثناء تعرض الفرد إلى

ضعف أو حالات التي تسبب ظهور أعراض مشابهة لمرض السكر
Diabeticlike.
ويعرف GTF بأنه قدرة الفرد على إدخال الجلوكوز إلى داخل
الخلايا للاستفادة منه.

- ويخزن الكروميوم في الكلى والكبد. ومن وظائفه:
- ١- تكوين GTF وهو مشابه هرمون hormonlike وهو يفرز من الكبد
أو الكلى عند ارتفاع جلوكوز الدم حيث يعمل مع الأنسولين على إنتقال
نواتج الهضم من جلوكوز وأحماض دهنية وأحماض أمينية إلى داخل
الخلايا لتمثيلها وعند نقصه GTF يزيد الاحتياج إلى الأنسولين ولكن لا
يعمل GTF في غياب الأنسولين.
 - ٢- تنشيط عدد من الإنزيمات التي تدخل في عمليات توليد الطاقة وهو يعمل
مع معادن أخرى كثيرة.
 - ٣- صيانة الأحماض النووية ويحفظها من التشويه ولذا فهو يمنع ظهور
الطفرات الوراثية كما أنه قد يمنع من ظهور السرطان.
 - ٤- يساعد في وقاية الفرد من بعض الحالات المرضية حيث لوحظ أن نقص
الكروميوم.. بسبب إنسداد الشرايين وإصابة العين بالمياه البيضاء وارتفاع
ضغط الدم. وهو واسع الانتشار في الأغذية ويعتبر اللبن ومعظم
الخضروات والفواكه فقيرة في الكروميوم.

الفلورين Fluorine

يوجد الفلور بكمية بسيطة في كل أغذية الإنسان ويحتوى الجسم على
١,٤ ملجم معظمها في العظام والأسنان. وهو لازم لسلامة العظام والأسنان
ويساعد في ترسيب الكالسيوم ولذا فهو يزيد من قوة العظام كما يزيد من
مقاومة الأسنان للتلف أو التسوس. وأحسن مصادره هو ماء الشرب.

ويؤدى نقص الفلور فى الوجبات إلى ضعف الأسنان وفسادها كما تؤدى زيادته فى الماء عن ٣ - ٥ جزء فى المليون أى حالة تسمم فلوروسيز Florosis وتتميز بوجود بقع طباشيرية فى أنامل الأسنان. كما تسبب زيادته أيضاً إلى تثبيط بعض الإنزيمات.

السلينيوم Selenium

يعتبر السلينيوم من أقل المعادن إحتياجاً للإنسان وأكثرها سمية وكان يعرف فى منتصف القرن العشرين بأن عامل ٣ (Factor 3) ويعمل مع فيتامين E ثم أكتشف أن عامل ٣ هو السلينيوم. ويعمل السلينيوم كمرافق لإنزيم جلوتاثيون بيروكسيداز Glutathione peroxides الذى يهدم المواد البيروكسيدية Peroxides التى ينتج معظمها من أكسدة الأحماض الدهنية غير المشبعة. ويمتص السلينيوم فى الأثني عشر وخصوصاً فى وجود البروتين وبعدها يرتبط بروتين معين حيث يحمله الدم إلى جميع أجزاء الجسم. ويوجد فى جميع أنسجة الجسم وخصوصاً كرات الدم الحمراء. والسلينيوم الموجود فى الأغذية النباتية مثل القمح أسهل إمتصاصاً من الأغذية الحيوانية مثل السمك والتونة.

وللسلينيوم علاقة دقيقة بأداء فيتامين E فى كثير من التفاعلات الحيوية وفى المحافظة على معدلات النمو وزيادة الخصوبة وتلف الكبد وضمور العضلات. وهو يحمى الجسم من نواتج الكسدة البيروكسيدية. وهو يحمى غشاء الخلية من تأثير المواد السرطانية أو المسببة للطفرات.

ويتأثر وجوده فى غذاء الإنسان حسب وجوده فى التربة كما أنه يفقد سريعاً أثناء الطهى. ويعتبر جنين القمح والخميرة وحبوب القمح والمحاربات من أكثر المواد المحتوية على السلينيوم منها الذره واللبن وبعض الخضروات مثل الجزر والكرنب فتيرة.

ثالثاً: الماء

تمهيد:

يعتبر الماء من أهم العناصر الغذائية التي يحتاجها الجسم ولا يستطيع الاستغناء عنها لمدة أكثر من يومين أو ثلاثة.

ويكون الماء الجزء الأكبر من الجسم فهو يدخل في تركيب جميع الأنسجة وتصل نسبته في الجسم إلى حوالي ٥٥ - ٦٠% من وزنه، حيث تصل كمية الماء في جسم الإنسان البالغ حوالي ٤٥ لتر، وتختلف هذه الكمية تبعاً لتركيب الجسم، فكلما زادت كمية الدهن كلما قلت كمية الماء الموجودة في الجسم.

وظائف الماء في الجسم:

- يدخل الماء في تركيب جميع أنسجة وسوائله خاصة في العصارات الهاضمة وجميع إفرازات الجسم وتختلف نسبة المياه بين الأنسجة وبعضها حسب طبيعة تركيبها ووظيفتها كالآتي:

٩٢%	بلازما الدم
٨٠%	العضلات الإرادية
٧٠%	خلايا الدم الحمراء
٢٥%	العظام
٢٠%	الأنسجة الدهنية

- يعمل الماء كوسيط لحمل المواد الغذائية وأكسجين الهواء إلى جميع خلايا الجسم، كما يحمل ثاني أكسيد الكربون إلى الرئتين للتخلص منه في هواء الزفير.

- يساعد الماء الجسم على التخلص من نواتج الميتابوليزم إلى خارج الجسم عن طريق البول والبراز والعرق.

- الماء هو الوسط الذى يتم فيه جميع التفاعلات الكيميائية والحيوية فى الجسم كعمليات الهضم والامتصاص والتمثيل الغذائى.
- يساعد على تنظيم درجة حرارة الجسم عن طريق بخار الماء الذى يخرج فى عملية التنفس وفى العرق. وهما وسيلتان لخفض درجة حرارة الجسم وترطبيه عندما ترتفع درجة حرارة الجو عن حرارة الجسم.
- يعمل الماء على حفظ مرونة الأنسجة وليونتها، ويحميها من أثار الصدمات والرضوض.

المصادر التى يحصل بها الجسم على الماء:

١- ماء الشرب والسوائل:

ويعتبر من أهم مصادر المياه فى الجسم: الماء النقى الذى يشربه الإنسان، أو المشروبات الأخرى كالشاي والقهوة والمياه الغازية واللبن والحساء.. الخ.

وعادة تتوقف هذه الكمية حسب العادات الغذائية والاجتماعية والغذائية للفرد وتقدر فى الأحوال العادية بحوالى (١,٥ - ٢ لتر) يومياً. وتعتبر الكلى العضو الذى يقوم بتنظيم كمية الماء فى الجسم بجانب حاسة العطش.

٢- ماء الأغذية والأطعمة:

وهو الماء الذى يحصل عليه الإنسان من تناول الأطعمة المختلفة وخاصة الفاكهة والخضر وتختلف نسبة الماء فى الأغذية المختلفة (جدول ٥ - ٢٠).

وتقدر كمية الماء التى يحصل عليها الجسم من الأطعمة بحوالى ٥٠٠ إلى ٨٠٠ م^٢ (١-٢ كوب).

جدول (٥-٢): محتوى بعض الأغذية من الماء

الماء %	الغذاء
٧٠ - ٩٥ %	الخضروات والفاكهة
٨٧ %	اللبن
٧٤ %	البيض
٥٠ - ٧٠ %	اللحوم المطهية بدرجة متوسطة
٤٠ - ٥٠ %	اللحوم المطهية جيداً
٣٥ - ٤٠ %	الجبن الجاف
٢٥ %	الخبز
٠ - ١٠ %	الحلويات والدهون

٢- ماء الأكسدة metabolic water

وهو الماء الناتج من تمثيل الأطعمة أى هو الماء المتكون من أكسدة هيدروجين المواد الغذائية مثل الكربوهيدرات والبروتين والدهون داخل جسم الإنسان. وتصل كمية الماء التى تحصل عليها الفرد من تمثيل الأطعمة (أكسدة الأطعمة) إلى حوالى ٣٠٠ إلى ٥٠٠ سم^٣ فى اليوم (١-٢ كوب).

فقد الماء من الجسم:

١- البول:

يمر خلال الكليتين حوالى ١٧٠ لتر من السوائل. ولكن الذى يفرز منها فى البول ١٥ لتر، والباقي يعاد امتصاصه مرة أخرى بواسطة مرشحات الكلية، ويقل إفراز البول فى حالة إنخفاض الداخل من الماء أو زيادة الفقد منه.

٢- البراز:

يخرج الماء مع البراز بعد هضم الأطعمة، وتقدر كميته فى الحالات الطبيعية بحوالى ١٠٠ - ١٥٠ سم^٣ يومياً.

٣- العرق وهواء الزفير:

يخرج الماء من الرئة على هيئة بخار ماء فى هواء الزفير، كما يخرج من سطح الجلد على هيئة بخار غير ظاهر أو منظور، كما يفقد الجسم الماء عن طريق العرق، ويقل إفراز العرق، وتختلف كمية ما يفقده الجسم عن هذا الطريق تبعاً للجهد الذى يقوم به الشخص ودرجة حرارة الجو ورطوبته، ففى الجو الحار الجاف يزيد التنفس ويتبخر العرق من الجسم، ولكن عندما ترتفع الرطوبة فى الجو فإن العرق لا يتبخر بنفس السرعة، ولذلك يمكن تحمل الجو الحار الجاف عن الجو الرطب قرب البحر.

ويحدث التوازن المائى فى الجسم عندما يتساوى دخل الفرد اليومى من الماء مع الكمية التى تفرز خارج الجسم.

ويوضح جدول (٥-٢١): كمية ومصادر الماء الذى يحصل عليها الجسم وصور فقد الماء خارج الجسم.

جدول (٥-٢١): التوازن بين الماء الداخلى والخارج من الجسم.

مصادر المياه اليومية	الكمية بالمليلتر	صور فقد الماء من الجسم	الكمية بالمليلتر
ماء الشرب والسوائل	١٣٠٠ - ١٥٠٠	البول	١٠٨٠ - ١٦٥٠
ماء الأطعمة	٥٠٠ - ٨٠٠	البراز	١٠٠ - ١٥٠
ماء الأكسدة	٣٠٠ - ٥٠٠	العرق	٥٥٠ - ٦٠٠
		هواء الزفير	٣٧٠ - ٤٠٠
المجموع	٢١٠٠ - ٢٨٠٠	المجموع	٢١٠٠ - ٢٨٠٠
المتوسط	٢٤٥٠	المتوسط	٢٤٥٠

الاحتياج اليومي من الماء:

يوصى بتناول الفرد ١ مل ماء/ سعر حرارى للبالغين فى الظروف الجوية المعتدلة. أما بالنسبة للأطفال فيحتاجون إلى ١,٥ مل/ سعر حرارى وخاصة إذا احتوى الغذاء على نسبة عالية من البروتين، وعادة يكون الاحتياج حوالى ٢٤٠٠ مل / اليوم.

الأضرار الناتجة عن نقص أو زيادة الماء:

يفقد الجسم كميات كبيرة من الماء والأملاح الذائبة فيه فى حالات القئ المستمر والإسهال الحاد ومرض السكر والنزيف والحروق والإرتفاع الشديد فى درجة الحرارة والعرق الغزير فيختل التوازن، ويحدث الجفاف الذى يؤدى إلى توقف الكلية وهبوط فى القلب وفشل فى الدورة الدموية إذا لم تعالج الحالة بإمداد الجسم بالسوائل والأملاح بالطرق العلاجية المناسبة، وخذا ما يحدث للأطفال الرضع فى حالة إصابتهم بالإسهال حيث يعالج بملح الجفاف وهو ملح مكون من جلوكوز وأملاح الصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم.

كما يحدث نقص المياه فى حالات القيام بأعمال شاقة كالتى يقوم بها عمال المناجم أو العمل أمام الأفران الشديدة الحرارة حيث يفقد الشخص من (١٠ - ١٥ لتر) من الماء فى العرق ومعها ملح الطعام حوالى (٣٠ إلى ٤٥ جرام) يجب ان يعوضها عن طريق الغذاء أو بشرب ماء يحتوى على ملح الطعام. وإلا أصيب بالصداع وعدم القدرة على العمل وتعرضت حياته للخطر.

أما الإفراط الشديد فى شرب الماء فإنه يسبب حالة تسمم مائى water intoxication حيث تنخفض كمية الإلكتروليتات فى الجسم. ومن

أعراض التسمم المائي: انخفاض في درجة حرارة الجسم، صداع، كثرة التبول والقئ والإرتعاش والضعف العام.

وقد يحدث زيادة في ماء الجسم نتيجة لخلل في وظائف الكلى أو خلل في النظام الهرموني المضاد لإفراز البول. وقد يحدث استسقاء وهو تراكم الماء في أنسجة الجسم نتيجة عدم قدرة الجسم على إفراز الصوديوم إلى الخارج بالكميات الكافية، وهذه عادة تكون مصاحبة لأمراض القلب عندما تكون الدورة الدموية ضعيفة أو إذا فشلت الكلى في قدرتها على إفراز البول طبيعياً. كما يظهر الاستسقاء بعد فترات طويلة من نقص البروتين والطاقة حيث تفقد الأنسجة قدرتها على المحافظة على التوازن المائي.

ملحق (١)

جدول رقم (١) المقررات الغذائية اليومية الموصى بها للحفاظ على صحة
جيدة لجميع الأصحاء المعتلة عام ١٩٨٩

الفئة	العمر بالسنوات	الوزن بالكيلو جرام	الطول بالمتر	بروتين جرام	الفيتامينات القابلة للذوبان في الدهون			
					فيتامين A مكافئ الرتينول	فيتامين D ميكروجرام	فيتامين E مليجرام أو توكوفيرول	فيتامين K ميكروجرام
الرضع	صفر - ١/١	٦	٦٠	١٣	٣٧٥	٧,٥	٣	٥
	١ - ٢/١	٩	٧١	١٤	٣٧٥	١٠	٤	١٠
أطفال	٣ - ١	١٣	٩٠	١٦	٤٠٠	١٠	٦	١٥
	٦ - ٤	٢٠	١١٢	٢٤	٥٠٠	١٠	٧	٢٠
	١٠ - ٧	٢٨	١٣٢	٢٨	٧٠٠	١٠	٧	٣٠
للذكور	١٤ - ١١	٤٥	١٥٧	٤٥	١٠٠٠	١٠	١٠	٤٥
	١٨ - ١٥	٦٦	١٧٦	٥٩	١٠٠٠	١٠	١٠	٦٥
	٢٤ - ١٩	٧٢	١٧٧	٥٨	١٠٠٠	١٠	١٠	٧٠
	٥٠ - ٢٥	٧٩	١٧٦	٦٣	١٠٠٠	٥	١٠	٨٠
	أكبر من ٥٠	٧٧	١٧٣	٦٣	١٠٠٠	٥	١٠	٨٠
الإناث	١٤ - ١١	٤٦	١٥٧	٧٦	٨٠٠	١٠	٨	٤٥
	١٨ - ١٥	٥٥	١٦٣	٤٤	٨٠٠	١٠	٨	٥٥
	٢٤ - ١٩	٥٨	١٦٤	٤٦	٨٠٠	١٠	٨	٦٠
	٥٠ - ٢٥	٦٣	١٦٣	٥٠	٨٠٠	٥	٨	٦٥
	أكبر من ٥٠	٦٥	١٦٠	٥٠	٨٠٠	٥	٨	٦٥
لحوامل	السنة أشهر الأولى السنة أشهر الثانية				٦٠	١٠	١٠	٦٥
					٦٥	١٠	١٢	٦٥
					٦٢	١٠	١١	٦٥

تابع جدول رقم (١) المقررات الغذائية اليومية الموصى بها للحفاظ على
صحة جيدة لجميع الأصحاء المعدلة عام ١٩٨٩

الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء							الفئة
فيتامين B ₁₂ مليجرام	فولاسين ميكروجرام	فيتامين B ₆ مليجرام	نياسين مليجرام	فيتامين B ₂ مليجرام	فيتامين B ₁ مليجرام	فيتامين C مليجرام	
٠,٣	٢٥	٠,٣	٥	٠,٤	٠,٣	٣٠	الرضع
٠,٥	٣٥	٠,٦	٦	٠,٥	٠,٤	٣٥	
٠,٧	٥٠	١,٠	٩	٠,٨	٠,٧	٤٠	أطفال
١,٠	٧٥	١,١	١٢	١,١	٠,٩	٤٥	
١,٤	١٠٠	١,٤	١٣	١,٢	١,٠	٤٥	
٢,٠	١٥٠	١,٧	١٧	١,٥	١,٣	٥٠	الذكور
٢,٠	٢٠٠	٢,٠	٢٠	١,٨	١,٥	٦٠	
٢,٠	٢٠٠	٢,٠	١٩	١,٧	١,٥	٦٠	
٢,٠	٢٠٠	٢,٠	١٩	١,٧	١,٥	٦٠	
٢,٠	٢٠٠	٢,٠	١٥	١,٤	١,٢	٦٠	
٢,٠	١٥٠	١,٤	١٥	١,٣	١,١	٥٠	الإناث
٢,٠	١٨٠	١,٥	١٥	١,٣	١,١	٦٠	
٢,٠	١٨٠	١,٦	١٥	١,٣	١,١	٦٠	
٢,٠	١٨٠	١,٦	١٥	١,٣	١,١	٦٠	
٢,٠	١٨٠	١,٦	١٣	١,٢	١,١	٦٠	
٢,٢	٤٠٠	٢,٢	١٧	١,٦	١,٥	٧٠	الحوامل المرضعات
٢,٦	٢٨٠	٢,١	٢٠	١,٨	١,٦	٩٥	
٢,٦	٢٦٠	٢,١	٢٠	١,٧	١,٦	٩٠	

تابع جدول رقم (١) المقررات الغذائية اليومية الموصى بها للحفاظ على
صحة جيدة لجميع الأصحاء المعدلة عام ١٩٨٩

الفئة	العناصر المعدنية						
	كالمسيوم مليجرام	فوسفور مليجرام	مغنسيوم مليجرام	حديد مليجرام	زنك مليجرام	يود ميكروجرام	سلينيوم ميكروجرام
الرضع	٤٠٠	٣٠٠	٤٠	٦	٥	٤٠	١٠
	٦٠٠	٥٠٠	٦٠	١٠	٥	٥٠	١٥
أطفال	٨٠٠	٨٠٠	٨٠	١٠	١٠	٧٠	٢٠
	٨٠٠	٨٠٠	١٢٠	١٠	١٠	٩٠	٢٠
	٨٠٠	٨٠٠	١٧٠	١٠	١٠	١٢٠	٣٠
الذكور	١٢٠٠	١٢٠٠	٢٧٠	١٢	١٥	١٥٠	٤٠
	١٢٠٠	١٢٠٠	٤٠٠	١٢	١٥	١٥٠	٥٠
	١٢٠٠	١٢٠٠	٣٥٠	١٠	١٥	١٥٠	٧٠
	٨٠٠	٨٠٠	٣٥٠	١٠	١٥	١٥٠	٧٠
	٨٠٠	٨٠٠	٣٥٠	١٠	١٥	١٥٠	٧٠
الإناث	١٢٠٠	١٢٠٠	٢٨٠	١٥	١٢	١٥٠	٤٥
	١٢٠٠	١٢٠٠	٣٠٠	١٥	١٢	١٥٠	٥٠
	١٢٠٠	١٢٠٠	٢٨٠	١٥	١٢	١٥٠	٥٥
	٨٠٠	٨٠٠	٢٨٠	١٥	١٢	١٥٠	٥٥
	٨٠٠	٨٠٠	٢٨٠	١٠	١٢	١٥٠	٥٥
الحوامل المرضعات	١٢٠٠	١٢٠٠	٣٠٠	٣٠	١٥	١٧٥	٦٠
	١٢٠٠	١٢٠٠	٣٥٥	١٥	١٩	٢٠٠	٧٥
	١٢٠٠	١٢٠٠	٣٤٠	١٥	١٦	٢٠٠	٧٥

ملحق (٢)

جدول رقم (١) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء الصالح للأكل)

الحبوب ومنتجاتها							
الغذاء	نرة	مكرونة	نشا النرة	لرز	رز مصفى وسلق	برغل	قمح
المواصفات	$\frac{1}{2}$ كوب	كوب واحد	كوب واحد	كوب من الحبوب المتوسطة	كوب واحد	كوب واحد	كوب من الحبوب المتوسطة
الوزن (جرام)	٦٠	٩٣	١٢٨	١٩٥	١٨٥	١٧٥	١٣٧
ماء جرم	٨,٩	٩,٧	١٥,٥	٢٥,٩	١٣١,٩	٢٢,٨	١٧,٨
بروتين جرم	٦,٧	١٢,٧	٠,٣	١٤,٦	٧,٠	٢١,٩	١٥,٨
دهون جرم	٢,١٦	١,٨٦	١,٠٣	١,٩٥	٠,٣٧	٢,٦٣	٣,٠١
معادن جرم	٠,٩	-	٠,١٣	١,٨٠	٠,٣٧	٢,٩٨	٢,٣٣
الياف جرام	١,٦٢	-	٠,١٢٨	١,١٧	-	٢,٦٢٥	٢,١٥١
مواد نشوية (جرام)	٣٩,٧	٧٣,٧	١١١,١	١٤٩,٦	٤٥,١٤	١٢٢,١٥	٩٤,٩
أملاح معدنية							
كالمسيوم (ملجم)	٦	٢٤,٢	-	١٩,٥	٧,٤	٧٠	٤٩,٣٢
فوسفور	٢٠٨,٨	١٣٩,٥	-	٣٧٠,٥	١٢٢,١	٧٨٧,٥	٥٢٤,٧٢
حديد (ملجم)	١,٢	١,٣٠	-	٦,٢٤	١,١١	٦,١٣	٤,٢٥
فيتامينات							
فيتامين أ	٤,٥	-	-	٠,٣٣	-	-	-
ميكروجرام							
ثيامين ملجم	٠,٢٥	٠,١٣	-	٠,٤١	٠,٠٤	٠,٧	٠,٧٨١
ريبوفلافين ملجم	٠,٠٦	٠,٠٦	-	٠,٣١	٠,٠٢	٠,٠٧	٠,١٦
نياسين	٠,٠٨	١,٨٦	-	٧,٦	٠,٩٣	٧,٥٣	٥,٨٩
فيتامين ج ملجم	-	-	-	-	-	-	-

جدول رقم (٢) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء الصالح للكل)

الخضروات						
الفواكه	فول أخضر	كرنب	جزر	قرنبيط	كرفس	
المواصفات	كوب واحد	كوب واحد	ثمره متوسطة الحجم	كوب واحد	كوب واحد (مفروم)	٣ قطع متوسطة الحجم
الوزن جرام	١٨٥	١٥٥	٩٨	١٠٠	١٢٠	٣٠
ماء جرام	١٤٣,٩	٩٦,٦	٨٠,٢	٤٥,٩	٨٣,٣	٢٠,٦
بروتين جرام	٣,٢	٦,٠	٠,٩	١,٠٢	٠,٧	٠,٢
دهون جرام	٠,٣٢	٠,٣٣	٠,٢٧	٠,١	٠,٢	٠,٠٤
معادن جرام	١,١١	١,٥	٠,٧٢	٠,٤	١,٠٧	٠,٢٦
الياف جرام	١,٩	٢,٢٠	٠,٧٢	٠,٤٥	٠,٥٣	٠,١٣
مواد نشوية (جرام)	٨,٦	٩,٣	٧,٢	٢,٠	٣,٢	٠,٧٩
طاقة	٧٣	٧٣	٣٨	١٦	٢٠	٥
سر حراري						
إصلاح معدنية						
كالسيوم ملجم	٨٧,٥	٥٤,٥	٣١,٥	١٩	٤٦,٣	١١,٤
فوسفور ملجم	٧١,٦	١٠٦,٧	٢٣,٤	٢٩	٣٢,٠	٧,٩
حديد ملجم	٢,٢٣	١,٩٧	٠,٨١	٠,٥	١,٢٥	٠,٣١
فيتامينات						
فيتامين أ	٢٨,٦٢	٤٤,٠٨	٨٣٢,٥	٢,٠	٢,٦٧	٠,٦٦
ميكروجرام						
نيامين ملجم	٠,١٣	٠,٢	٠,٠٥	٠,٠٥	٠,٠٢	-
ريبوفلافين ملجم	٠,١٨	٠,١٩	٠,٠٤	٠,٠٥	٠,٠٤	٠,٠١
نياسين ملجم	٠,٩٥	١,٢٨	٠,٥٤	٠,٣	٠,٣٦	٠,٠٩
فيتامين ج ملجم	٣١,٨	٩٥,١٢	٤,٥	٤٠	٧,١٢	١,٧٦

تابع جدول رقم (٢) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء المصالح للأكل)

الخضروات				
الغذاء	سلق		سريس	كرات
المواصفات	كوب واحد (لورق + سيفن)	كوب (لورق فقط)	كوب واحد مفروم	ملعقة طعام مفروم
الوزن جرام	١٤٥	١٧٥	٩٠	٣
ماء جرام	٣١,٧	١٥٨,٩	٨٣,٨	٢,٨
بروتين جرام	٢,٣٢	٢,٨	١,٥٣	٠,٠٣
دهون جرام	٠,٦	٠,٧	٠,٢	٠,٠٦
معادن جرام	٢,٣٢	٢,٨	٠,٨١	٠,٠٢
الياف جرام	١,٤٥	١,٧٥	٠,٨١	٠,٠٢
مواد نشوية (جرام)	٦,٦٧	٨,٠٥	٢,٨٨	٠,١٤
طاقة سعر حرارى	٤٦	٥٦	٢٣	١
أملاح معدنية كالمسيوم ملجم	١٤٥	١٧٥	٧١,١	٢,٣
فوسفور ملجم	٤٢,١	٥٠,٨	١٢,٦	٠,٨
حديد ملجم	٣,٦٣	٤,٣٨	١,٨	٠,٠٣
فيتامينات فيتامين أ ميكروجرام	٢٣٠,٦	٣٩٩	٢٣٦,٧	٤,٧٤
ثيامين ملجم	٠,٠٤	٠,٠٥	٠,٠٦	-
ريبوفلافين ملجم	٠,١٣	٠,١٦	٠,١١	-
نياسين ملجم	٠,٥٨	٠,٧	٠,٣٦	٠,٠١
فيتامين ج ملجم	٤٩,٣	٥٩,٥	٩,٩	٠,٦٦

تابع جدول رقم (٢) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء الصالح للأكل)

الخضروات						
نوم	باذنجان	خيار	نرة شامية	كزبرة		الغذاء
• قطع نوم مفشرة حجم متوسط	كوب من الحبوب المتوسطة	كوب واحد	كوب واحد	ساق بالأوراق	رزمة واحدة	المواصفات
٥	٢٠٠	١٠٥	١٦٥	٣٦	١٦٤	الوزن (جرام)
٣,٢	١٥٠,٥	٧٦,٣	٧٧,٥	٣٠,٢	١٣٧,٨	ماء جرام
٠,٢٧	١,٦	٠,٦	٤,٢	١,٦	٧,١	بروتين جرام
٠,٠١	٠,٤٩	٠,٠٨	١,١٨	٠,٢٥	١,١٥	دهون جرام
٠,٠٧	٠,٩٨	٠,٣٢	٠,٨٦	٠,٧٢	٣,٢٨	معادن جرام
٠,٠٦	١,٩٧	٠,٣٢	٠,٨٦	٠,٦١	٢,٧٩	الياف جرام
١,٤	٨,٤	٢,٤	٢٢,٢٦	٢,٦٣	١١,٩٧	مواد نشوية (جرام)
٧	٥٢	١٤	١٢٠	٢١	٩٧	طاقة سعر حرارى
						أعلاح معدنية
١,٩	٣٧,٧	١٢,٨	٨,٦	٧٢	٣٢٨	كالسيوم (ملجم)
٦,٧	٥٠,٨	١٩,٢	١١٥,٦	٢٥,٩	١١٨,١	فوسفور
٠,٠٧	١,٣١	٠,٤٨	٠,٨٦	١,٤٤	٦,٥٦	حديد (ملجم)
						فيتامينات
-	٣,٢٨	-	٢,١٤	١٥١,٢	٦٨٨,٨	فيتامين أ ميكروجرام
٠,٠١	٠,٠٧	٠,٠٢	٠,١٦	٠,٠٥	٠,٢٥	ثيامين ملجم
-	٠,٠٧	٠,٠٣	٠,٠٨٦	٠,١	٠,٤٦	ريبوفلافين ملجم
٠,٠٣	١,٣١	٠,١٦	١,٢٨	٠,٥٨	٢,٦٢	نياسين ملجم
٠,٤٥	٨,٢	١١,٢	١٠,٧	٢٧	١٢٣	فيتامين ج ملجم

تابع جدول رقم (٢) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء الصالح للأكل)

الخضروات						
البامية	نعناع	خس	بصل أخضر الأوراق	بصلة متوسطة الحجم	ورق عنب كوب واحد	الغذاء
كوب من البامية المقطعة (١٠ قطع)	رزمة متوسطة الحجم	ورقة كبيرة أو ورقتان متوسطتان	٥ ورقات متوسطة	بصلة متوسطة الحجم	كوب واحد	المواصفات
١٠٠	١٢٩	١٥	٦٥	٦٠	١٥٠	الوزن (جرام)
٧٨,٤	١٠,٨	١٠,٤	٥٨,٢	٢١,٥	١١٣,٣	ماء جرام
٢,٠	٥,٢	٠,١	١,٣	٠,٦	٥,٧	بروتين جرام
٠,١٨	١,٦٨	٠,٠٢	٠,٣٣	٠,٠٣	١,٥	دهون جرام
٠,٧٢	٢,٢٣	٠,٠٨	٠,٦٥	٠,٣١	٢,٢٥	معادن جرام
٠,٩	١,٦٨	٠,٠٨	٠,٧٨	٠,٣٤	٣,٩	ليف جرام
٧,٨	١٠,٢	٠,٢	٤,٦	٣,٦	٢٣,٤	مولد نشوية (جرام)
٤٤	٨٤	٢	٢٢	١٦	١٤٦	طاقة سعر حرارى
٧٠,٢	٢٥٨	٤,٧	٦١,١	١٤,٨	٥٨٨	لحاح معدنية كالمسيوم (ملجم)
٥٥,٨	١٠٣,٢	٣,٧	٢٠,٨	٢٠,٥	٦٦	فوسفور
٠,٩٩	٠,٣٢	٠,١٤	١,٠٤	٠,٤٤	٥,٨٥	حديد (ملجم)
٢٣,٤	١٥٨٠,٣	٦,٧	١٢٢	-	٢٣٤٩	فيتامينات فيتامين أ ميكروجرام
٠,٠٧	٠,١٧	٠,٠١	٠,١١	-	٠,٣٩	ثيامين ملجم
٠,١١	٠,٣٤	٠,٠١	٠,٠٩	-	٠,١٢	ريبوفلافين ملجم
١,٠	١,٢٩	٠,٠٤	٠,٥٩	-	٢,٢٥	نياسين ملجم
٢٧	٤٥,١٥	١,١	٢٧,٣	١,٨٢	١٨٠	فوليتامين ج ملجم

تابع جدول رقم (٢) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء الصالح للأكل)

الخضروات							
البقدونس		بصل (مطهي)		بصل أخضر	زيتون أخضر	زيتون أسود	الغذاء
رزمة متوسطة الحجم	كوب من البقدونس المفروم	بصلة متوسطة	بصلة صغيرة	كوب بصل مفروم	١٠ حبات متوسطة	١٠ حبات متوسطة	المواصفات
٤٥	٦٠	٧٠	٣٣	١٠٠	٤٦	٤٦	الوزن (جرام)
٣٨,٢	٥٠,٩	٥٨,٦	٢٧,٣	٨٦	٣٤,٦	٣٣,٠	ماء جرام
١,٧	٢,٢	٠,٩	٠,٤	١,٤	٠,٧	٠,٨	بروتين جرام
٠,٢٧	٠,٣٦	٠,١٣	٠,٠٦	٠,١٩	٦,٢١	٩,٧	دهون جرام
٠,٨١	١,٠٨	٠,٤	٠,١٩	٠,٣٨	٢,٦٧	١,٢٩	معادن جرام
٠,٨١	١,٠٨	٠,٥٣	٠,٢٥	٠,٩٦	٠,٥٥	٠,٦٩	الياف جرام
٣,٢	٤,٣	٥,٩	٢,٨	٧,٠	١,٣	٠,٥	مواد نشوية (جرام)
٢٥	٣٤	٣١	١٤	٣٩	٦٦	٩٥	طاقة سمر حرارى
٨٧,٨	١١٧	١٩,٩	٩,٣	٣٢,٦	٤١,٤	٣٥,٤	أملاح معدنية كالسيوم (ملجم)
٢٣,٤	٣١,٢	٢٩,٩	١٣,٩	٤٠,٣	٧,٨	٧,٨	فوسفور
٢,٣	٣,٠٦	٠,٦٧	٠,٣١	١,٣٤	٠,٩٢	٠,٧٤	حديد (ملجم)
٤١٣,١	٥٥٠,٨	-	-	٠	١١,٩٦	٢,٣	فيتامينات فيتامين أ ميكروجرام
٠,٠٨	٠,١٠	٠,٠٣	٠,٠١	٠,٠٤	٠,٠١	٠,٠١	ثيامين ملجم
٠,١٤	٠,١٨	٠,٠٢	٠,٠١	٠,٠٤	٠,٠١	٠,٠١	ريبوفلافين ملجم
٠,٧	٠,٩	٠,٢	٠,٠٩	٠,٤	٠,٠٥	٠,٠٩	نياسين ملجم
٨١	١٠٨	٦,٦٥	٣,١	٢١,١٢	-	-	فيتامين ج ملجم

تابع جدول رقم (٢) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء الصالح للأكل)

الخضروات						
الغذاء	بازلاء	فلفل أخضر حار	فلفل أخضر حلو كبير	بطاطس		
المواصفات	كوب واحد	$\frac{1}{2}$ كوب "مقطعة"	واحدة متوسطة الحجم	$\frac{1}{4}$ كوب "مقطعة"	واحدة متوسطة الحجم	كوب واحد مقشر ومقطع
الوزن (جرام)	١٤٥	١٢٢,٥	٧	٧٥	١٠٠	١٥٠
ماء جرام	٤٦,١	١١١,٢	٦,٤	٦٩,٥	٦٨,١	١٠٢,٢
بروتين جرام	٤,٣	١,٨	٠,١	٠,٨	١,٦	٢,٣
دهون جرام	٠,٢٥	٠,٣٧	٠,٠٢	٠,١٥	٠,٠٩	٠,١٣
معادن جرام	٠,٥	٠,٧٤	٠,٠٤	٠,٣٨	٠,٨٦	١,٢٩
الياف جرام	١,٥٥	٢,٠٨	٠,١٢	١,٠٥	٠,٣٤	٠,٥٢
مواد نشوية (جرام)	٩,٣	٦,٣	٠,٤	٣,٢	١٥,١	٢٢,٦
طاقة سعر حرارى	٦٣	٤٥	٣	٢٢	٧٠	١٠٤
لصاح معدنية						
كالمسيوم (ملجم)	١٥,٥	١٢,٣	٠,٧	٩	١٠,٣	١٥,٥
فوسفور	٧٦,٩	٣٣,١	١,٩	١٨	٣٤,٤	٥١,٦
حديد (ملجم)	١,٢٤	٠,٧٤	٠,٠٤	٠,٧٥	٠,٦٩	١,٠٣
فيتامينات						
فيتامين أ	٢٧,٢٨	٥٣,٩	٣,٠٨	٦٦	١,٧٢	٢,٥٨
ميكروجرام						
ثيامين ملجم	٠,٢٤	٠,٠٧	-	٠,٠٥	٠,٠٨	٠,١٢
ريبوفلافين ملجم	٠,٠٩	٠,٠٧	-	٠,٠٥	٠,٠٣	٠,٠٤
نياسين ملجم	١,٣٤	١,٢٣	٠,٠٧	٠,٧٥	١,٢٩	١,٩٤
فيتامين ج ملجم	١٦,١٢	١٤٧	٨,٤	٧٥	١٣,٧٦	٢٠,٦٤

تابع جدول رقم (٢) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء الصالح للكل)

الخضروات							
الغذاء	سبانخ	كوسة		بطاطا	طماطم		لفت
المواصفات	كوب سبانخ مقطع	كوب واحد من الكوسة المقطعة	واحدة متوسطة الحجم	ثمرة واحدة متوسطة	ثمرة متوسطة الحجم	ثمرة كبيرة الحجم	كوب واحد
الوزن (جرام)	٥٥	١٣٠	١٦٦,٧	١٨٠	٩٨	١١٨	١٣٠
ماء جرام	٣٨,١	٩٢	١١٧,٨	١٠٦,٨	٨٦,٣	١٠٤,١	٩٠,٢
بروتين جرام	١,٢	٠,٦	٠,٨	٢,٠	٠,٧	٠,٩	٠,٨
دهون جرام	٠,١٩	٠,٢	٠,٢٦	٠,٤٧	٠,٢٨	٠,٣٣	٠,٢
معادن جرام	٠,٧٦	٠,٦	٠,٧٧	١,٤	٠,٤٦	٠,٥٦	٠,٧٨
الياف جرام	٠,٢٩	٠,٧	٠,٩	١,٤	٠,٥٥	٠,٦٧	٠,٧٨
مواد نشوية (جرام)	١,٥	٥,٩	٧,٦	٤٢,٩	٣,٧	٤,٤	٤,٨
طاقة سحر حرارى	١٤	٣١	٤٠	١٩١	٢٣	٢٨	٢٨
أملاح معدنية	٣٣,٦	١٩	٢٤,٣	٤٨,١	٦,٤	٧,٨	٣١,٢
كالمسيوم (ملجم)	١٢,٦	٢٢	٢٨,٢	٥٧,٤	٢٢,١	٢٦,٦	٢٥,٤
فوسفور	١,٣٤	٠,٥	٠,٦٤	١,٥٥	٠,٥٥	٠,٦٧	٠,٣٩
حديد (ملجم)	٢٩٤	٢١	٢٦,٨٨	٦٩,٧٥	٤١,٤	٤٩,٩٥	١,٩٥
فيتامينات							
فيتامين أ							
ميكروجرام	٠,٠٣	٠,٠٤	٠,٠٥	٠,١٧	٠,٠٦	٠,٠٧	٠,٠٣
ثيامين							
ملجم	٠,٠٨	٠,٠٤	٠,٠٥	٠,٠٦	٠,٠٥	٠,٠٦	٠,٠٣
ريبوفلافين							
ملجم	٠,٢٥	٠,٥	٠,٦٤	١,٢٤	٠,٠٩	٠,١١	٠,٤٩
نياسين							
ملجم	٢١	١٥	١٩,٢	٤٨,٠٥	٢١,١٦	٢٥,٥٣	٢٧,٣
فيتامين ج							
ملجم							

جدول رقم (٣) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء الصالح للأكل)

الخبز ومنتجاته					
الغذاء	خبز عربي أبيض		خبز توست أبيض	كورن فلاكس	خبز الرغيف
المواصفات	كبير الحجم	صغير الحجم	شريحة واحدة متوسطة الحجم	كوب واحد	واحدة متوسطة
الوزن (جرام)	٨١	٣٢	٢٣	١٦,٥	٧٧,٥
ماء جرام	٢٤,٣	٩,٦	٧,٤	٠,٥	٢٣,٣
بروتين جرام	٦,٦	٢,٦	١,٩	١,٤	٦,٤
دهون جرام	٠,٨١	٠,٣٢	٠,١٢	٠,٠٣	٠,٧٨
معادن جرام	١,٦٢	٠,٦٤	٠,٢٥	٠,٥١	١,٥٥
الياف جرام	٠,٤٠	٠,١٦	٠,٠٧	-	٠,٣٩
مواد نشوية (جرام)	٤٧,٢	١٨,٧	١٣,٤	١٤,٠٣	٤٥,٢
طاقة	٢٢٦	٨٩	٦٤	٥٦	٢١٦
سعر حرارى					
أملاح معدنية					
كالسيوم (ملجم)	٤٨,٦	١٩,٢	٧,١	٣,٣	٤٦,٥
فوسفور	٨١	٣٢	٢٦,٩	١٠,٢	٧٧,٥
حديد (ملجم)	٠,٤٩	٠,١٩	٠,٥٥	٠,٣٨	٠,٤٧
فيتامينات					
فيتامين أ	-	-	-	-	-
ميكروجرام					
ثيامين ملجم	٠,٠٨	٠,٠٣	-	-	٠,٠٨
ريبوفلافين ملجم	٠,٠٥	٠,٠٢	-	-	٠,٠٥
نياسين	٠,٨	٠,٣٢	-	-	٠,٧٨
فيتامين ج ملجم	-	-	-	-	-

جدول رقم (٤) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء الصالح للأكل)

الفواكه						
الغذاء	تفاح	مشمش مجفف	مشمش طازج	موز	توت	كرز
المواصفات	ثمرة متوسطة الحجم	١٠ ثمرات بدون نواه	٥ ثمرات متوسطة الحجم	ثمرة متوسطة الحجم	كوب واحد	٢٠-٢٢ ثمرة متوسطة
الوزن (جرام)	١١٥	٥٠	٢٢٣	١١٦	١٤٤	١٠٠
ماء جرام	٧٥,٦	١١,٦	١٧٢,٦	٥٨	١١٤,٦	٧٢,٧
بروتين جرام	٠,٣	٠,٨	١,٦	١,٠	١,٢	١,٦
دهون جرام	٠,٢٧	٠,١٥	١,٢٣	٠,٢٤	١,١٥	٠,٣٥
معادن جرام	٠,٦٣	٢,٥٥	١,٢٣	٠,٦٥	٠,٤٣	٠,٣٥
الياف جرام	٠,٦٣	-	٢,٢٦	٠,٤٩	٣,٧٤	٠,٨٨
مواد نشوية (جرام)	١٢,٦	٣٤,٤٥	٢٦,٠٤	٢١,١٤	٢٢,٩	١٢,١٤
طاقة سعر حرارى	٥٧	١٤٥	١٣١	٨١	١٢٢	٦٢
أملاح معدنية	٥,٤	٩١,٥	٦١,٥	٩,٧٢	٢٨,٨	٢٦,٤
كالمسيوم (ملجم)	٩,٠	٤٨,٥	٦٥,٦	٢٥,٩	٢٣,٠٤	٢٢
فوسفور	٠,٣٦	٣,٠٥	٢,٢٦	٠,٦٥	١,٣	٠,٣٥
حديد (ملجم)	٢,٧	-	٣٧٩,٢٥	١٥,٢	١٣,٠	٧,٠٤
فيتامينات						
فيتامين أ	٠,٠٣	-	٠,٠٨	٠,٠٢٤	٠,٠١٤	٠,٠٤
ميكروجرام	٠,٠٥	-	٠,١٢	٠,٠٣	٠,٠١	٠,٠٢
ثيامين ملجم	٠,١٨	-	١,٠٣	٠,٤٩	١,٠	٠,١٨
ريبوفلافين ملجم	٥,٤	-	٢٠,٥	١١,٣٤	١١,٥٢	١٣,٢
نياسين ملجم						
فيتامين ج ملجم						

تابع جدول رقم (٤) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء الصالح للأكل)

الفواكه						
الغذاء	بلح مجفف (تمر)	بلح (رطب)	تين مجفف	تين طازج	عنب	جريب فروت
المواصفات	١٠ حبات تمر	١٠ حبات رطب	١٠ مرات متوسطة الحجم	ثمرة صغيرة الحجم	١٠ ثمرات عنب	١ ثمرة الجريب فروت
الوزن (جرام)	٦٦	٩٢	٥٨	٤٠	٤٠	١٨٤
ماء جرام	١١,٤	٥٤,٣	١٦,٢	٣٥,٢	٣١	٨٠,٣
بروتين جرام	١,٣	٠,٨	١,٦	٠,٥	٠,٢	٠,٥
دهون جرام	٠,٣٤	٠,٢٨	١,٢٢	٠,٠٨	٠,٢٧	٠,١٨
معادن جرام	١,٠٣	٠,٨٣	١,٤٥	٠,٢٤	٠,١٥	٠,٣٦
الياف جرام	١,٣٧	١,٢	-	٠,٨٨	٠,١٩	٠,١٨
مواد نشوية (جرام)	٤١,٦	٣٤,٦	٣٧,٥	٣,٠٤	٦,١٦	٩,٣٦
طاقة	١٨١	١٥٠	١٦٧	١٥	٢٩	٣٩
سعر حرارى						
أملاح معدنية						
كالمسيوم (ملجم)	٤١,٠٤	٤٦,٩٢	١٤٦,١٦	٣٢	٥,٧	١٦,٢
فوسفور	٣٤,٢	٢٧,٦	٣٠,٧٤	١٢	٥,٧	١٨,٩
حديد (ملجم)	١,٢	١,٢	٦,٣٢	٠,٤	٠,٣٤	٠,٤٥
فيتامينات						
فيتامين أ	٢,٨٥	٣,٦٨	-	٥,٤	٢,٦٦	٢,٧
ميكروجرام						
ثيامين ملجم	٠,٠٥	٠,٠٦	-	٠,٠٢٤	٠,٠٢	٠,٠٤٥
ريبوفلافين ملجم	٠,٠٦	٠,٠٥	-	٠,٠٢	٠,٠٢	٠,٠٢
نياسين ملجم	١,٢٥	٠,٥٥	-	٠,٢٤	٠,١٩	٠,١٨
فيتامين ج ملجم	-	٩,٢	-	٢,٠	١,١٤	٣٧,٧

تابع جدول رقم (٤) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء الصالح للأكل)

الفواكه							
الغذاء	جوافه	ليمون	يوسف أفندي	مانجو	شمام	توت أسود	برتقال
المواصفات	ثمرة متوسطة الحجم	ثمرة متوسطة واحدة	ثمرة متوسطة الحجم	ثمرة واحدة متوسطة	قطعة صغيرة الحجم	كوب واحد	برتقالة متوسطة
الوزن (جرام)	١١٠,٥	٣٠	١١٦	٣٠٠	٤٣	١٤٤	٩٠
ماء جرام	٧٤,٣	٢٠,٢	٧٢	١٥٥,٥	٣٩,٩	١١٦,٤	٥٩,٦
بروتين جرام	٠,٨	٠,٢	٠,٦	١,٢	٠,٢	٢,٢	٠,٧
دهون جرام	٠,٣٧	٠,١٤	٠,١٧	٠,٧٧	٠,٠٤	٢,٠٢	٠,٢٠
معادن جرام	٠,٥٥	٠,٠٩	٠,٣٣	٠,٧٧	٠,١٧	١,٣	٠,٣٤
الياف جرام	٤,٨٨	٠,١٦	٠,٣٣	١,٣٤	٠,٢٢	٢,١٦	٠,٢٧
مواد نشوية (جرام)	١١,٠٤	١,٧٦	٩,٠٨	٣٢,٤٥	٢,٤٥	٢٠,٠٢	٦,١٦
طاقة	٧٢	١٠	٤١	١٤٢	١٢	١١٧	٢٦
سعر حرارى							
لأملاح معدنية							
كالمسيوم (ملجم)	٢٠,٢٤	٩,٢٣	٢٤,٧٥	٢٦,٨٨	٦,٤٥	٨٧,٨٤	١٨,٧٦
فوسفور	٢٣,٩٢	٣,٣٨	١٣,٢	٣٠,٧٢	٦,٤٥	٤٧,٥٢	١٤,٠٧
حديد (ملجم)	٠,٦٤٤	٠,١٥٧	٠,٣٣	٢,٤٩٦	٠,٥١٦	٤,٣٢	٠,٤٦٩
فيتامينات							
فيتامين أ	١٩,٣٢	-	٩,٠٨	٣٤٩,٧	٤١,٧١	-	-
ميكروجرام							
ثيامين	٠,٠٤	٠,٠٢	٠,٠٧	٠,١٥	٠,٠٢	٠,٠٦	٠,٠٥
ملجم							
ريبوفلافين	٠,٠٤	٠,٠١	٠,٠٣	٠,١٧	٠,٠١	٠,١١	٠,٠٣
ملجم							
نياسين	٠,٩٢	٠,٠٢	٠,٢٥	١,٧٣	٠,٢٦	-	٠,١٣
ملجم							
فيتامين ج	٢٠٠,٦	١١,٤٨	٢٧,٢٣	٣٠,٧٢	١٢,٤٧	١٧,٢٨	٣٠,٨٢
ملجم							

تابع جدول رقم (٤) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء الصالح للأكل)

الفواكه				
الغذاء	خوخ	كمثرى	أناناس	برقوق
المواصفات	ثمرة واحدة متوسطة	ثمرة واحدة متوسطة	شريحة متوسطة الحجم	١٠ ثمرات متوسطة
الوزن (جرام)	١١٠	١٥٠	٨٤	١١٠
ماء جرام	٨١,٩	٩٧	٤٠,٤	٨٧,٩
بروتين جرام	٠,٨	٠,٤	٠,٢	٠,٦
دهون جرام	٠,١٩	٠,٢٣	٠,٠٥	٠,٢٠
معادن جرام	٠,٣٨	٠,٣٥	٠,١٨	٠,٣
الياف جرام	٠,٨٦	٢,١٩	٠,٢٣	٠,٤
مواد نشوية (جرام)	١١,٩	١٥,٤	٥,٠	١١,٦
طاقة	٥٧	٧٤	٢١	٥٣
سعر حرارى				
أملاح معدنية				
كالسيوم (ملجم)	١١,٥٢	٦,٩٣	٩,٢	١٠,١
فوسفور	٢٤,٩٦	١١,٥٥	٤,١٤	١٥,١٥
حديد (ملجم)	٠,٠٦	٠,٥٨	٠,٥٥	٠,٥
فيتامينات				
فيتامين أ	-	-	٠,٦٩	١١,١١
ميكروجرام				
ثيامين ملجم	٠,٠٣	٠,٠٢	٠,٠٩	٠,٠٣
ريبوفلافين ملجم	٠,٠٦	٠,٠٤	٠,٠٦	٠,٠٤
نياسين ملجم	٠,٣٨	٠,٢٣	٠,٠٥	٠,٥١
فيتامين ج ملجم	٢٦,٨٨	٥,٧٨	١٧,٩٤	٦,٠٦

تابع جدول رقم (٤) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء الصالح للأكل)

الفواكه				
الفواكه	رمان	زبيب	فراولة	بطيخ
المواصفات	رمانة متوسطة الحجم	ملعقة طعام	كوب واحد	ثمرة متوسطة
الوزن (جرام)	٢٧٥	١٥	١٤٩	٣٧٠,٦
ماء جرام	١١٦,٣	٢,٥	١٢٨,٩	١٦٨,٥
بروتين جرام	١,١	٠,٤	١,٠	٠,٩
دهون جرام	١,٠	٠,٣	٠,٧٢	٠,١٨
معادن جرام	٠,٧٢	٠,٢٦	—	٠,٩١
الياف جرام	٢,٨٦	٠,١٢	—	٠,٣٦
مواد نشوية (جرام)	٢١,٠	١٠,٧	١٢,٤	١١,١
طاقة	١١٠	٤٠	٥٣	٥٣
سعر حرارى				
أملاح معدنية				
كالمسيوم (ملجم)	١٤,٣	٨,٥٦	٣٤,٦٨	١٠,٩٢
فوسفور	٨٤,٦٢	١٣,٩٤	٣٧,٥٧	١٢,٧٤
حديد (ملجم)	٠,٨٩	٠,٤١	١,١٦	٠,٣٦
فيتامينات				
فيتامين أ	—	—	١٠,٨٤	٣٢,٧٦
ميكروجرام				
ثيامين ملجم	٠,١	٠,٠٢	٠,٠٤	٠,٠٣٦
ريبوفلافين ملجم	٠,٤٣	٠,٠١	٠,٠٩	٠,٠٧
نياسين ملجم	١,٢٩	٠,٠٧	٠,٥٨	٠,٣٦
فيتامين ج ملجم	١١,٤٤	٠,١٤	٨٣,٨١	١٠,٩٢

جدول رقم (٥) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء الصالح للأكل)

البقية - فوليات - المكسرات						
الفول	لوبيا ناشف	حمص	عص	لوز	كازو	أبو فروة
أمواصفات	كواب واحد	١ كوب	١ كوب	٢٠ حبة بدون قشرة	٢٠ حبة	١٠ قطع متوسطة
الوزن جرام	١٠٠	٦٠	٥٦	٢٤	٢٨	٩٠
ماء جرام	١٢,٠	٦,٩	٦,٩	١,١	١,٧	٤٥,٠
بروتين جرام	٢٢,٦	١١,٥	١٤,١	٤,٥	٥,٩	٢,٥
دهون جرام	١,٦	٣,٧٢	٠,٣٩	١٢,٩٨	١٣,١٣	١,٣٥
معادن جرام	٣٦	١,٨	١,١٨	٠,٧٢	٠,٦٧	٠,٩
الياف جرام	٤,٣	٢,٠٤	٠,٣٩	٠,٦٥	٠,٣٦	٠,٩٩
مواد نشوية (جرام)	٥٥,٩	٣٤,٠	٣٣,٠	٤,١	٦,٢	٣٩,٢
طاقة سحر حراري	٣٤٩	٢٢٦	١٩٢	١٥٤	١٦٧	١٨١
ملح معنفة	٨٦	٨٠,٤	٣٨,٦	٦١	١٤	٢٧
كالمسيوم ملجم	٢٤٧	١٩٤,٤	١٦٤,١	١١٤	١٢٦	٧٨,٣
فوسفور ملجم	٧,٦	٤,٣٨	٢,٦٩	١,٠٦	١,٤	١,٣٥
حديد ملجم	-	١,٨	١٢,٦	-	١,٤	-
فيتامينات	-	-	-	-	-	-
فيتامين أ ميكروجرام	٠,٥٤	٠,٢٨	٠,٢٥	٠,٠٦	٠,١٨	٠,٢٢
ثيامين ملجم	٠,١٩	٠,٠٩	٠,١١	٠,١٦	٠,٠٥	٠,٢
ريبوفلافين ملجم	٢,١	١,٠٢	١,٤٦	١,١	٠,٣٤	٠,٤٥
نياسين ملجم	٣	٠,٦	-	-	-	٢٧
فيتامين ج ملجم	-	-	-	-	-	-

جدول رقم (٦) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء الصالح للأكل)

المكسرات							
الغذاء	جوز الهند	مسموق جوز الهند	بلندق	فول سوداني	صنوبر	فستق حليبي	حمص محمص
المواصفات	قطعة متوسطة المجم	$\frac{1}{4}$ كوب	حبة ٢٠ بدون قشرة	حبة ٢٠ مقشرة	$\frac{1}{2}$ كوب مقشر	$\frac{1}{2}$ كوب بدون قشرة	$\frac{1}{2}$ كوب
الوزن جرام	٣٠	٢٣	٢٢	١٠	٤٤	٤٣	٥٢
ماء جرام	١٠,٩	٨,٤	١,١	٠,٦	٢,٦	٢,٦	٣,٢
بروتين جرام	١,٤	١,١	٥,٢	٢,٦	١٥,٥	٨,٦	١٠,٨
دهون جرام	١٢,٤٨	٩,٥٧	١١,٣٣	٤,٤	٢٢,٤٤	٢٣,١٣	٣,٥٩
معادن جرام	٠,٣	٩,٢٣	٠,٦٤	٠,٢٣	٢,٠٧	١,١٦	٠,٩٤
الياف جرام	١,٠٨	٠,٨٣	١,٢٣	٠,٤٣	٠,٣١	٠,٨٢	-
مواد نشوية (جرام)	٣,٩	٣,٠	١,٣	١,٩	١,١	٦,٧	٣٣,٥
طاقة سعر حراري	١٣٣	١٠٢	١٦١	٥٩	٢٧١	٢٧٤	٢٠٩
ملح معنوية							
كالمسيوم ملجم	٣,٠	٢,٣	٤٤	٦,٦	٦,٢	٦٠,٢	٤٥,٨
فوسفور ملجم	٧٢	٥٥٢	٦٦	٣٩,٣	٢٢٦,٦	٢١٨,٤	١٥٨,٦
حديد ملجم	٠,٥١	٠,٣٩	٠,٦٦	٠,٣	١,٩٤	٦,٠٢	٢,٦٥
فيتامينات							
فيتامين أ	-	-	-	٠,٢	٠,٨٨	٣,٤٤	-
ميكروجرام							
ثيامين ملجم	٠,٠٢	٠,٠١	٠,٠٩	٠,٠٩	٠,٣٤	٠,٣٤	-
ريبوفلافين ملجم	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٠٤	٠,٩٢	٠,١١	٠,١٠	-
نياسين ملجم	٠,٢٤	٠,١٨	٠,٢٩	١,٧٦	٤,٣١	٠,٦٥	-
فيتامين ج ملجم	٠,٣	٠,٢٣	-	٠,١	٠,٤٤	-	-

جدول رقم (٧) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء الصالح للأكل)

اللحوم والدواجن						
الغذاء	لحم بقرى	مخ طازج	مسلق	لحم جمل	دجاج طازج	لحم دجاج
المواصفات	قطعة بحجم راحة اليد	مخ متوسط الحجم	مخ متوسط الحجم	قطعة بحجم راحة اليد	قطعة بحجم راحة اليد	١ دجاجة ٢ متوسطة
الوزن جرام	٩٠	١٤٠	١٤٠	٩٠	٩٠	٩٠
ماء جرام	٥٣,٧	١١٠,٢	١١٢,٣	٦٤,٨	٦٥,٩	٦٧,٣
بروتين جرام	١٦,٦	١٣,٧	١٦,٥	١٦,٦	١٨,٥	١٧,٦
دهون جرام	٢٢,٠	١١,٧٦	٨,٦٨	٦,٣٩	٥,٢٢	٤,٤١
معادن جرام	-	-	-	٠,٨١	-	٠,٦٣
الياف جرام	-	-	-	٠,١٨	-	-
مواد نشوية (جرام)	٠	-	٠	١,٢	٠	٠
طاقة سعر حرارى	٢٦٨	١٦٩	١٥٠	١٧٤	١٢٦	١١٠
املاح معدنية	١١,٧	١٦,٨	١٤	٤,٥	١١,٧	٦,٣
كالمسيوم ملجم	١٦١,١	٤٤٢,٤	٤٨٣	١٤٣,١	١٩٩,٨	١٨٠,٩
فوسفور ملجم	٢,٥٢	٣,٦٤	٣,٠٨	٧,٢٩	١,٤٤	٣,٩٦
حديد ملجم	١٢,٦	٠	٠	-	٥٢,٢	-
فيتامينات	١٢,٦	٠	٠	-	٥٢,٢	-
فيتامين أ ميكروجرام	٠,٠٧	٠,٣١	٠,٢	٠,٤٥	٠,٠٧	-
ثيامين ملجم	٠,١٤	٠,٣٦	٠,٣٥	٠,٨٦	٠,١٥	-
ريبوفلافين ملجم	٣,٩٦	٦,١٦	٤,٢	٣,٦	٠,١٥	-
نياسين ملجم	٠	٢٥,٢	٢٢,٤	-	-	-
فيتامين ج ملجم	٠	٢٥,٢	٢٢,٤	-	-	-

جدول رقم (٨) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء الصالح للأكل)

اللحوم والدواجن						
الغذاء	بيض الدجاج	بياض البيض	صفار البيض	لحم ماعز	كلاوى	
المواصفات	بيضة واحدة متوسطة	بيضة متوسطة الحجم	بيضة متوسطة الحجم	قطعة بحجم راحة اليد	كلية واحدة (مقلية)	كلية واحدة (مطازجة)
الوزن جرام	٤٥	٣٠	١٨	٩٠	٣٨	٣٨
ماء جرام	٣٣,٣	٢٦,٣	٩,٢	٦٤,٤	٢٩,٦	٢٣,٣
بروتين جرام	٥,٨	٣,٣	٢,٩	١٦,٦	٦,٠	١٠,١
دهون جرام	٥,١٨	٠	٥,٥١	٨,٢٨	١,٤٤	٤,١٨
معادن جرام	٠,٤٥	٠,٢١	٠,٣٠٦	٠,٨١	-	-
اليوف	٠	-	-	٠	-	-
جرام	٠,٣	٠,٢	٠,١	٠	٠,٤	-
مواد نشوية (جرام)	٠,٣	٠,٢	٠,١	٠	٠,٤	-
طاقة	٧٢	١٥	٦٣	١٤١	٤٠	٨١
سر حرارى						
أملاح معدنية						
كالمسيوم ملجم	٢٤,٣	٢,٧	٢٥,٤	٩,٩	٤,٦	٥,٧
فوسفور ملجم	٩٤,٥	٤,٥	١٠٢,٤	١٣٨,٦	٨٢,٨	١٥٥,٨
حديد ملجم	١,٢٢	٠,٠٣	٠,٩٩	١,٩٨	٣,٨	٥,٣٦
فيتامينات						
فيتامين أ ميكروجرام	١٠٨	-	-	٠	٩٦,٩	-
ثيامين ملجم	٠,٠٦	-	-	٠,١٥	٠,١٩	-
ريبوفلافين ملجم	٠,١٧	-	-	٠,٢٩	٠,٩٢	-
نياسين ملجم	٠,٠٥	-	-	٥,٠٤	٢,٨١	-
فيتامين ج ملجم	٠	-	-	٠	٤,٩٤	-

تابع جدول رقم (٨) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء الصالح للأكل)

اللحوم والدواجن					
لحم الخروف	لحم الأرنب	كبدة العجل والدجاج والخروف	لحم الخروف والضأن	لحم الخروف	الغذاء
المواصفات	قطعة بحجم راحة اليد	قطعة بحجم راحة اليد	قطعة بحجم راحة اليد	قطعة بحجم راحة اليد	المواصفات
الوزن جرام	٩٠	٩٠	٩٠	٩٠	الوزن جرام
١٢,٨	٦٤,٨	٤١,٥	٦٣,٤	٤٦,٤	ماء جرام
٢,٦	١٨,٩	٢٦,٥	١٧,١	١٢,٩	بروتين جرام
٢,٨٣	٥,٢٢	٩,٤٥	٣,٧٨	٢٤,١٢	دهون جرام
-	١,٠٨	-	-	-	معادن جرام
-	٠	-	-	-	الياف جرام
٠,١	٠	١٢,٦	٤,٥	٠	مواد نشوية (جرام)
٣٧	١٢٣	٢٤٢	١٢٥	٢٧٧	طاقة سعر حراري
١,٨	١٥,٣	٩	٧,٢	٧,٢	أملاح معدنية
٣١,٦	١٨٩	٤٩٦,٨	٣٠٢,٤	١١٤,٣	كالمسيوم ملجم
٠,٥٥	١,٤٤	١٢,٧٨	٩,٣٦	١,٤٤	فوسفور ملجم
-	٠	٩٤٤١	٧٤١٥,١	-	حديد ملجم
٠,٠٣	٠,٠٥	٠,٢٤	٠,٢٨	٠,١٢	فيتامينات
٠,٠٥	٠,١٤	٣,٤٢	٢,٧	٠,١٦	فيتامين أ
٠,٩	٨,١	١٤,١٣	١٣,٥	٣,٧٨	فيتامين ب١
-	٠	٢٥,٢	٣٠,٦	٠	فيتامين ج

جدول رقم (٩) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء الصالح للأكل)

الألبان ومنتجاتها						
الغذاء	زبدة	جبين شيدر	جبين كريم	قشطة	حليب جاموس	حليب بقري مكثف ومحلّى
المواصفات	ملققة طعام واحدة	شريحة واحدة	ملققة طعام واحدة	ملققة طعام واحدة	كوب واحد	ملققة طعام واحدة
الوزن جرام	١٤,٢	٤٥	١٩	٢٠	٢٤٥	٢٧
ماء جرام	٢,٣	٢٠,١	١٠,٣	١٢,٤	٢٠٣,٤	٧,٨
بروتين جرام	٠,١	٩,٨	١,٧	٢,٢	٩,٨	٢,٠
دهون جرام	١١,٧٧	١١,٤٣	٦,٠٨	٢,٤٤	١٧,١٥	٢,١٦
معادن جرام	٠,٠١	-	-	٠,٣٦	١,٧٢	٠,٢٧
الياف جرام	٠	-	-	٠	٠	٠
مواد نشوية (جرام)	٠	٠,٥	٠,٦	٢,٥	١٢,٠	١٤,٦
طاقة سعر حرارى	١٠٧	١٤٤	٦٦	٤١	٢٤٧	٨٦
ملح مخبنة	٢,٧	٢٨٣,٥	٧,٦	١٠,٧	٣٩٢	٧٢,٩
كالمسيوم ملجم	٢,٦	٢٤٩,٨	٢٦,٦	٤٣,٤	٢١٠,٧	٥٥,٦
فوسفور ملجم	٠,٠٣	٠,٣٢	٠,٠٦	٠	٠,٤٩	٠,٠٥٤
حديد ملجم	١١٩,٢٨	١١٧,٩	٦٣,٦٥	١٨,٦	٩٣,١	٢٢,٦٨
فيتامينات	-	٠,٠١	-	-	٠,١٢	٠,٠٢
فيتامين أ ميكروجرام	-	٠,٢٤	٠,٠٥	-	٠,٢٩	٠,٠٩
ثيامين ملجم	٠,٠١	٠,٠٥	٠,٠٢	-	٠,٢٥	٠,٠٥
ريبوفلافين ملجم	٠	٠	٠	-	٢,٤٥	١,٠٣
نياسين ملجم	٠	٠	٠	-	٠	٠
فيتامين ج ملجم	٠	٠	٠	-	٠	٠

تابع جدول رقم (٩) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء الصالح للأكل)

الألبان ومنتجاتها					
الغذاء	حليب بقرى بودرة	حليب بقرى طازج	حليب ماعز طازج	جبين مصنع	جبين أبيض
المواصفات	٣ ملاعق صغيرة	كوب واحد	كوب واحد	مئثل واحد	ملعقة طعام
الوزن جرام	٣٠	٢٤٤	٢٤٤	٢١	٢٠
ماء جرام	١,٢	٢١٣,٣	٢١٢,٣	٨,٩	١٠,٣
بروتين جرام	٧,٧	٨,٥	٨,١	٤,٧	٣,٧
دهون جرام	٨,٢٥	٧,٣٢	٩,٧٦	٥,٦٧	٤,٤٢
معادن جرام	١,٥	١,٤٦	١,٧١	-	١,٣٢
الياف جرام	٠	٠	٠	-	-
مواد نشوية (جرام)	١١,٣	١٣,٤	١٢,٢	٠	٠,٣
طاقة سعر حرارى	١٥٠	١٥٦	١٧١	٧٠	٥٦
أملاح معدنية					
كالمسيوم ملجم	٢٧٠	٢٩٢,٨	٣٦٦	١٤٩,٩	١٠٢,٨
فوسفور ملجم	٢١٢,٤	٢٢٢,٤	٣١٤,٨	١٩٢,٢	٧٣,٦
حديد ملجم	٠,٢٤	٠,٢٤	٠,٤٩	٠,١٥	٠,١٦
فيتامينات					
فيتامين أ ميكروجرام	٨٦,٤	٨٧,٨٤	٤٣,٩٢	٥٩,٤٣	-
ثيامين ملجم	٠,٠٩	٠,١	٠,١٥	-	-
ريبوفلافين ملجم	٠,٣٥	٠,٥١	٠,٤٤	٠,١١	-
نياسين ملجم	٠,٢٤	٠,٢٤	٠,٧٣	٠,٠٢	-
فيتامين ج ملجم	٣,٩	٢,٤٤	٢,٤٤	٠	-

جدول رقم (١٠) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء الصالح للأكل)

الزيوت والدهون					
الغذاء	مارجرين	زيت زيتون	دهن غنم	زيت نباتي	دهن بقرى
المواصفات	ملعقة طعام واحدة	ملعقة طعام واحدة	ملعقة طعام	ملعقة طعام	ملعقة طعام
الوزن جرام	١٤,٢	١٣,٥	١٤	١٤	١٤
ماء جرام	٢,٢٠	٠	١,٣١٦	٠	٠,١٤
بروتين جرام	٠,١	٠	٠,٠٤٢	٠	-
دهون جرام	١١,٥	١٣,٤٨	١٢,٦٣	١٣,٩٩	١٣,٨٢
معادن جرام	٠	٠	٠,٠١	٠	٠
الياف جرام	٠	٠	٠	٠	٠
مولد نشوية (جرام)	٠,١	٠	٠	٠	٠
طاقة	١٠٥	١٢٢	١١٤	١٢٦	١٢٥
سعر حرارى					
املاح معدنية	٠,٦	٠	٠	٠	٠
كالمسيوم ملجم	٢,٠	٠	٠	٠	٠
فوسفور ملجم	٠	٠	٠	٠	٠
حديد ملجم	٠	٠	٠	٠	٠
فيتامينات	١١٩,٢٨	٠	٠	٠	٥٨,٨
فيتامين أ ميكروجرام	٠	٠	٠	٠	٠
ثيامين ملجم	٠	٠	٠	٠	٠
ريبوفلافين ملجم	٠	٠	٠	٠	٠
نياسين ملجم	٠	٠	٠	٠	٠
فيتامين ج ملجم	٠	٠	٠	٠	٠

جدول رقم (١١) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء الصالح للأكل)

المشروبات					
عصير عنب	عصير جريب فروت	عصير جريب فروت	عصير مشمش	عصير تفاح	الغذاء
كوب واحد	كوب واحد مطب محلي	كوب واحد مطب غير مطب	كوب واحد	كوب واحد	المواصفات
٢٥٠	٢٥٠	٢٥٠	٢٥٠	٢٥٠	الوزن
٢١٠,٥	٢١٨,٣	٢٢٤,٥	٢١٧,٥	٢٢٠,٨	جرام
٠,٥	١,٢٥	٠,٧٥	١,٥	٠,٣	ماء جرام
٠	-	-	٠,٢٥	٠	بروتين
٠	-	-	٠,٢٥	٠	جرام
٠,٧٥	-	-	١,٥	٠,٥	دهون
٠	-	-	١,٥	٠,٥	جرام
-	٠	٠	-	-	معادن
-	٠	٠	-	-	جرام
٣٨,٣	٢٤,٣	١٩,٨	٢٩,٣	٢٨,٥	الياف
١٥٥	٩٥	٧٨	١٢٥	١١٥	جرام
٢٧,٥	٢٢,٥	٢٢,٥	٢,٥	٢,٣	مواد نشوية
١٥	٣٠	٣٠	٥٧,٥	١٧,٥	(جرام)
٢,٤	٠,٧٥	٠,٧٥	٢,٥٥	٣,٢	طاقة
-	-	-	-	-	سعر حراري
-	-	-	-	-	أملاح معدنية
-	-	-	-	-	كالمسيوم
-	-	-	-	-	ملجم
-	-	-	-	-	فوسفور
-	-	-	-	-	ملجم
-	-	-	-	-	حديد
-	-	-	-	-	ملجم
-	-	-	-	-	فيتامينات
-	-	-	-	-	فيتامين أ
-	-	-	-	-	ميكروجرام
-	-	-	-	-	ثيامين ملجم
٧٠	٠,٥	٠,٠٣	٠,١	٠	ريبوفلافين
٧٢,٥	٠,٥	٠,٠٣	٠,١	٠	ملجم
-	-	-	-	-	نياسين
-	-	-	-	-	ملجم
-	-	-	-	-	فيتامين ج
-	-	-	-	-	ملجم

تابع جدول رقم (١١) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء الصالح للأكل)

المشروبات					
الغذاء	عصير جوافة	عصير مانجو	عصير برتقال	عصير برتقال	بيبي كولا
المواصفات	كوب واحد	كوب واحد	كوب واحد	كوب واحد	كوب واحد
الوزن	٢٥٠	٢٥٠	٢٥٠	٢٥٠	٢٥٠
جرام					
ماء جرام	٢٠٦,٣	٢١٩,٥	٢٢١,٨	٢١٤,٥	٢٢٤
بروتين	٠,٢٥	٠,٢٥	١,٠	١,٧٥	٠
جرام					
دهون	٠,٢٥	٠,٥	-	-	٠
جرام					
معادن	٠,٢٥	٠,٢٥	-	-	٠
جرام					
الياف	-	-	٠	٠	٠
جرام					
مواد نشوية	٤٣	٢٩,٥	٢١,٣	٣٢	٢٥
(جرام)					
طاقة	١٧٥	١١٠	٨٣	١٢٨	٢٠٠
سعر حراري					
ملح معدني	٧,٥	١٥	٢٢,٥	٢٢,٥	٥
كالمسيوم					
ملح	٠	٩٥	٣٧,٥	٣٥	-
فوسفور					
ملح	٢,٧	٢,٣	١,٢٥	٠,٧٥	%
حديد					
فيتامينات					
فيتامين أ	-	-	١٠,٥	١٠,٥	٠
ميكروجرام					
ثيامين	-	-	٠,٢	٠,٢	٠
ملح					
ريبوفلافين	-	-	٠,٠٥	٠,٠٥	٠
ملح					
نياسين	-	-	٠,٥	٠,٥	٠
ملح					
فيتامين ج	-	-	٨٧,٥	٧٧,٥	٠
ملح					

تابع جدول رقم (١١) محتويات الأطعمة من العناصر الغذائية (الجزء السادس لكل)

المشروبات					
أنواع	عصير أناناس	سفن أب	مسحوق الكاكاو	مسحوق قهوة محمصة	شاي هدى (أوراق)
كمية صحت	كوب واحد	كوب واحد	منفعة شاي	منفعة شاي	منفعة شاي
الوزن	٢٥٠	٢٥٠	١,٩	٢,٥	١,٨٧
جرام					
ماء جرام	٢١٥,٣	٢٢٧,٣	٠,١	٠,١٠	٠,٢
بروتين جرام	١٠-	٠	٠,٣	٠,٣	٠,٤
دهون جرام	٠,٢٥	٠	٠,٤	٠,٣٩	٠,٠٤
معادن جرام	-	٠	-	-	-
الياف جرام	٠	٠	-	-	-
مواد نشوية (جرام)	٣٣,٥	٢٢,٥	٠,٢	٠,٧	٠,١
طاقة	١٣٣	٩٠	٦	٧	٢
سعر حراري					
ملح معدنية					
كالمسيوم ملجم	٣٠	٥	٢,٤	٣,٣	٨٠-
فوسفور ملجم	٢٥	-	١٢,٣	٤	١١,٨
حديد ملجم	٨,١٥	-	٠,٠٦	٠	٠
فيتامينات					
فيتامين أ ميكروجرام	٨,٢٥	-	٠,٠٦	٠	٠
فيتامين ج ميكروجرام	٠,١٣	-	-	-	-
ريبوفلافين ملجم	٠,٠٥	-	-	٠,٠١	٠,٠٢
نياسين ملجم	٠,٥	-	٠,٠٣	٠,٢٥	٠,١٤٠
فيتامين ج ملجم	٢٠	-	٠	٠	-

أولاً: مراجع اللغة العربية

- احمد عبد المنعم عسكر (١٩٩٤) الوصايا العشر للتغذية العلمية الصحيحة، مكتبة ابن سينا للنشر والتوزيع والتصوير، القاهرة، جمهورية مصر العربية.
- احمد عسكر، محمد حتوت (١٩٨٨) الغذاء بين المرض وتلوث البيئة — الدار العربية للنشر والتوزيع — القاهرة.
- امال الشامى، منى عبد القادر، حياة شرارة (١٩٨٥) — التغذية الصحية للانسان (مترجم) — الدار العربية للنشر والتوزيع — القاهرة.
- ايزيس نوار، سهير نور، سمير أحمد، حسن الهندى (١٩٩٩). اساسيات تغذية الانسان — قسم الاقتصاد المنزلى — كلية الزراعة — جامعة الاسكندرية.
- ايزيس نوار (٢٠٠٤) الغذاء والتغذية. دار المرفة الجامعية الجديدة الإسكندرية.
- تسبى رشاد وإيزيس نوار (٢٠٠٠) التمثيل الغذائى وإدارة الوجبات مطبعة نور، الإسكندرية.
- حامد التكرورى (١٩٩٧) مقدمه عامة فى التغذية — الكتاب الطبى الجامعى — الغذاء والتغذية — المكتب الاقليمى لمنظمة الصحة العالمية الشرق المتوسط.
- حامد التكرورى، وخضر المصرى (١٩٨٩) علم التغذية العامة — الدار العربية للنشر والتوزيع — القاهرة.
- حنفى هاشم وأحمد عسكر (١٩٩٦) اساسيات كيمياء الأغذية (مترجم) الدار العربية للنشر والتوزيع — القاهرة.
- سمير محمد أحمد، حسن عبد الرؤوف الهندى — تغذية الإنسان، (٢٠٠٢) مكتبة بستان المعرفة — لطبع ونشر وتوزيع الكتب — كفر الدوار.
- طارق مراد النمر، اللبن ومنتجاته، (٢٠٠٢) مكتبة بستان المعرفة — لطبع ونشر وتوزيع الكتب — كفر الدوار.
- عبد الرحمن مصبقر (١٩٩٧) التغذية فى المجتمع (تقييم ومكافحة مشاكل التغذية فى المجتمعات العربية)، دار القلم للنشر والتوزيع دبی، دولة

الإمارات العربية المتحدة.

- عبد الرحمن مصيقر (١٩٩٧) الغذاء والتغذية، منظمة الصحة العالمية، الإسكندرية، مصر وأكاديمية، بيروت، لبنان.
- عبد الرحمن مصيقر (١٩٩٧) التغذية المتوازنة وتخطيط الوجبات - الكتاب الطب الجامعي - الغذاء والتغذية - المكتب الاقليمي لمنظمى الصحة العالمية لشرق المتوسط.
- علاء الدين عثمان (٢٠٠٠) مبادئ التغذية وعلوم الأطعمة فى المنشآت الفندقية - الاكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا - الاسكندرية.
- فاروق شاهين، وفاء موسى (١٩٩٦) دليل الغذاء الصحى للأسرة المصرية - معهد التغذية - القاهرة.
- ليلى السباعى (١٩٩٩) نصائح غذائية - منشأة المعارف - الاسكندرية.
- ليلى السباعى (٢٠٠٠) أمراض سوء التغذية - منشأة المعارف - الإسكندرية.
- محمد الحماحمى (٢٠٠٠) التغذية والصحة والحياة والرياضة، مركز الكتاب للنشر، القاهرة.
- مصطفى كمال (١٩٨٨)، الأطعمة ودورها فى التغذية والجدوال الغذائية - الدار العربية للنشر والتوزيع - القاهرة.
- منظمة الأغذية والزراعة (١٩٩٥) كيف تحصل على الأفضل من غذائك - المكتب الاقليمي للشرق الانى - القاهرة.
- منى بركات، ايزيس نوار، سهير نور، ناصر الصاوى، سمير أحمد (١٩٩٢) تغذية الانسان وأسس تصميم الوجبات - قسم الاقتصاد المنزلى - كلية الزراعة - جامعة الاسكندرية.
- ناصر الصاوى، سمير احمد، حسن الهندى (١٩٩٣) اساسيات تغذية الطفل - كلية رياض الأطفال - الإسكندرية.

ثانياً: مراجع اللغة الإنجليزية

- American Academy of Pediatrics (1980). Vitamin and Mineral Supplement Needs in Normal Children in the United states. Pediatrics, 66: 1015-1021.
- American Dietetic Association (1987). Vitamin and Mineral Supplements: Position Statement. Report of the American Dietetic Association, 46: 1342-1343.
- American Heart Association (1987) Vitamin and Mineral Supplements: Position Statement. Report of the Nutrition Committee, American Heart Association, Dallas, Texas, U.S.A.
- Centers for Disease Control and Prevention (1993). Recommendations for Use of Folic Acid to Reduce Number of Spina Bifida Cases and Other Neural Tube Defects. Journal of the American Dietetic Association, 93:526-527.
- Clementz G.L. (1990). The Spectrum of Vitamin B₁₂ Deficiency. American Family Physician, 41(1): 150.
- Drummond, K.E. (1997) Nutrition for the food service professional. 3rd ed. van nostrand Reinhold, U.S.A.
- Food and Nutrition Board (1989). National Research Council. Recommended Dietary Allowances, 10th ed. Washington, DC National Academy Press, U.S.A.
- Garrow, S.S., Jamnes, W.P. and Ralph, A. (1993). Human nutrition and dietetics. Longman group Ltd., Livingston. U.K.
- Guthrie, H. (1985). Introductory Nutrition, 6th ed. Mosby collage publ., louis, U.S.A.
- Herbert, V. (1993). Vitamin C Supplements are Dangerous for Iron-Overloaded Persons. Journal

- of the American Dietetic Association, 93:526-527.
- Junston, F. (1996) . Fatty acids and oil chemistry. Blakie Academic Professional London.
 - Kranse, M. and Mahan, L. (1984). Food Nutrition and diet therapy. 7th ed. W.B. Saunders Co., Philadelphia.
 - Madani, K. (1988). Role of vitamin A in Cellular Differentiation. International Clinical Nutrition Review, 9:75-80.
 - Madani, K., Chou, A. and Bazzano, G. (1985). The In-Vitro Metabolism of 13-Cis-Retinoic Acid in a Model Sebaceous Structure, The Rat Preputial Gland. The Journal of Investigative Dermatology, 85:465-469.
 - Mahan, L. and Escott-Stump, S. (1996) Food, Nutrition, Diet therapy. 9th ed. Library of congress cataloging, U.S.A.
 - Madani, K. (1986). Retinoic Acid. A general Overview. Nutrition Research, 6:107-123.
 - Madani, K. and Elmongy, M. (1986). Role of Vitamin A in Cancer Nutrition Research 6: 863-875.
 - Packer, L. (1991). Protective Role of Vitamin E in Biological Systems. American Journal of Clinical Nutrition, 53:1050S-1055S.
 - Pennington, J.A., Young, B.E. and Wilson, D.B. (1989). Nutritional Elements in U.S. Diets: Results from the Total Diet Study, 1982 to 1986. American Journal of Dietetic Association, 9:659.
 - Session, V. and Alter, A. (1994) . The effects of different dietary fats and cholesterol on serum lipoprotein concentrations in hamsters Biochimica et Biophysica Acta. 1211:207-214.
 - U.S. Department of Agriculture/ Department of Health and Human Services (1985). Nutrition

and Your Health: Dietary Guidelines for Americans. 2nd ed. Home & Garden Bulletin No. 232. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., U.S.A.

- Williams, M.H. (1995) Nutrition for fitness and sport. 4th ed., Boston McGraw-Hill.
- Williams, S. and Roberts, B. (1992) Nutrition through the life cycle. 2nd ed. Mosby, St-Louis, U.S.A.

فهرس

٥	مقدمة
	الباب الأول
٩	- التعريف بعلم التغذية
	الباب الثاني
٣١	- العناصر الغذائية المولد للطاقة
	الباب الثالث
١٠٥	- الهضم والامتصاص والميتابوليزم
	الباب الرابع
١٣٧	- الطاقة الغذائية
	الباب الخامس
١٥٥	- الفيتامينات والمعادن والماء
٢٦٣	الملاحق
٢٩١	المراجع

مكتبة بلستانج المحرفة

لطباعة ونشر وتوزيع الكتب

كفر الدوار - الحدائق - بجوار نقابة التطبيقيين

٠٤٥/٢٢٢٤٢٢٨٢ الإسكندرية: ٠١٢٣٥٣٤٨١٤ & ٠١٢١١٥١٢٢٧